BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

PROCÈS-VERBAUX des séances. — **MÉMOIRES.**

BIBLIOGRAPHIE. — **NOTES** et **INFORMATIONS DIVERSES.**

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

(BRUXELLES)

PROCÈS-VERBAUX des séances. — MÉMOIRES.
BIBLIOGRAPHIE. — NOTES et INFORMATIONS DIVERSES.

Tome XIII

(Deuxième série, tome III)

ANNÉE 1899

BRUXELLES
HAYEZ, IMPRIMEUR DES ACADÉMIES ROYALES DE BELGIQUE
112, rue de Louvain, 112

1900-1903

PROCÈS-VERBAUX

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

(BRUXELLES)

Tome XIII

(Deuxième série, tome III)

ANNÉE 1899

BRUXELLES

HAYEZ, IMPRIMEUR DES ACADÉMIES ROYALES DE BELGIQUE

112, rue de Louvain, 112

—

Publié, par suite de circonstances spéciales, en 1902.)

EXERCICE 1899

COMPOSITION DU BUREAU, DU CONSEIL ET DES COMITÉS

Président : **M. Mourlon.**

Vice-Présidents :
A. Rutot, X. Stainier, J. Cornet et **A. Renard.**

Secrétaire général : **E. Van den Broeck.**

Trésorier :	*Secrétaire :*	*Bibliothécaire :*
Th. Gilbert.	**J. Kestens.**	**L. Devaivre.**

Délégués du Conseil :
E. Cuvelier, L. Dollo, G. Jottrand et **J. Willems.**

Membres du Conseil :
A. Flamache, V. Jacques, Ad. Kemna, C. Klement,
H. Rabozée et **R. Storms.**

COMITÉS SPÉCIAUX.

Comité de vérification des comptes :
L. Bauwens, G. Cumont et **G. Paquet.**

Comité des publications :
V. Jacques, G. Jottrand et **E. Cuvelier.**

Comité des matériaux de construction :
Président, **J. Willems.**

Gillet, Rabozée, Van Bogaert et **Van Ysendyck**

Adresse pour la correspondance et les envois de publications :
Au **Secrétariat général**, chez **M. Ernest Van den Broeck,**
place de l'Industrie, 39, à Bruxelles.

Adresse pour les mandats postaux et envois de cotisations :
A l'**Économat**, chez **M. le Dr Gilbert**, avenue Louise, 26,
à Bruxelles.

PROCÈS-VERBAUX

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

A BRUXELLES

Tome XIII — Année 1899

SÉANCE MENSUELLE DU 31 JANVIER 1899.

Présidence de M. **A. Rutot**, *Vice-Président.*

La séance est ouverte à 8 heures 40.

Correspondance :

M. *le Secrétaire général* dépose sur le bureau le fascicule I du tome XII du Bulletin. (*Adopté.*)

A l'occasion de la retraite de M. le *Ministre de l'Industrie et du Travail,* il rappelle la part que M. *Nyssens* a prise à l'organisation de la Section des sciences à l'Exposition internationale de Bruxelles en 1897, ainsi que la bienveillance qu'il a témoignée à la Société en l'autorisant à établir sa bibliothèque au Ministère de l'Industrie et du Travail (Service géologique). Sur sa proposition, l'Assemblée décide d'envoyer une adresse à M. *Nyssens.*

M. *le Secrétaire général* donne ensuite lecture d'une lettre du *Président*

de la Société géologique de France qui annonce qu'il rassemble, en vue de la publication d'une notice biographique, tous les documents, discours, etc., relatifs à feu M. *A. Briart.*

M. *le Secrétaire général* fait appel, à cet effet, à ceux de ses collègues qui seraient à même de coopérer à ce travail par la communication des travaux dont il est question.

A ce sujet, M. *E. Harzé* fait connaître que la *Société des charbonnages de Mariemont* prépare un travail sur *A. Briart,* dont il aura soin de demander un exemplaire en temps utile pour le faire parvenir à M. le Président de la Société géologique de France.

La Société ayant été saisie, par le *Bureau du Congrès d'Enghien,* d'une proposition relative à la création d'un organisme permanent au sein de la *Fédération archéologique et historique de la Belgique,* se rallie à la décision prise par la Société d'archéologie de Bruxelles de demander, à Arlon, le maintien du *statu quo* et d'appuyer la motion de l'*Institut archéologique liégeois* tendant à ce qu'il n'y ait de congrès que *tous les trois ans.*

L'Administration provinciale de Liége a alloué à la Société un subside de 1 000 francs à titre d'encouragement pour la Section permanente d'études du Grisou. (*Remerciements.*)

La question des eaux du Bocq.

La *Société royale des sciences médicales et naturelles de Bruxelles* demande à la Société de la renseigner, au point de vue géologique, sur la question des eaux dites du Bocq, prises, comme on le sait, à des sources en terrains calcaires et qui doivent servir à alimenter en eau potable les faubourgs de Bruxelles.

L'Assemblée décide, à l'unanimité moins deux voix, de créer une *Commission* composée de tous les géologues pratiquants de la Société, laquelle nommera des délégués qui la représenteront auprès de ladite Société.

Dons et envois reçus :

1° De la part des auteurs :

2679. *Catalogue de la Section des sciences de l'Exposition internationale de Bruxelles en 1897.* 2e fasc. Broch. in-8°. Bruxelles, 1898.

2680. *Explorations géologiques et minières le long du chemin de fer de Sibérie.* 5 livraisons in-4°. Saint-Pétersbourg, 1896.

2681. **Agamennone, G.** *I Terremoti nell' Isola di Labuan (Bornéo) del 21 settembre 1897.* Extrait in-8° de 8 pages. Rome, 1898.

2682. **De Launay, L.** *Captage des eaux thermo-minérales.* Extrait in-4° de 4 pages. Paris, 1899.

2683. **Reade, T. Mellard.** *The gypsum boulder of Great Crosby : its history and meaning.* Extrait in-12 de 12 pages. Liverpool, 1898.

2684. **Van den Broeck, E.** *Sur la rivière souterraine et sur la grotte de Remouchamps. Note préliminaire sur ses niveaux à silex et à ossements, d'âge paléolithique.* Extrait in-8° de 16 pages. Bruxelles, 1898. (2 exemplaires.)

2° Extraits des publications de la Société :

2685. **Harzé.** *Du Grisou.* 12 pages, 1898.

2686. **Van den Broeck, E.** 1° *Les prévisions grisouteuses; recherches préliminaires faites à l'occasion des « avertissements » de M. Francis Laur;* 2° *Analyse des faits et observations complémentaires relatives à l'exposé des données fournies par les éléments magnétiques.* 44 pages, 1898.

3° Périodiques nouveaux :

2687. *Société belge de Géologie. Section permanente d'études du Grisou.* Procès-verbaux, 1898, t. I.

2688. LAWRENCE, *Mineral resources of Kansas. Annual Bulletin.* 1897.

2689. TOKYO. *The Tokyo Imperial University Calendar 1897-1898.*

2690. LONDON. *The Colliery Guardian and Journal of the Coal and Iron Trades.* LXXVI, 1898, n° 1980; LXXVII, 1899, n°s 1984, 1985, 1986, 1987.

Présentation et élection de nouveaux membres :

Sont présentés et admis par le vote unanime de l'Assemblée :

En qualité de membre à perpétuité :

LA SOCIÉTÉ DES CHARBONNAGES-UNIS DE L'OUEST DE MONS.

En qualité de membres associés regnicoles :

MM. DE PAUW, naturaliste, 86, chaussée Saint-Pierre, à Etterbeek.
LEBRUN, H., rue de l'Athénée, 24, à Ixelles.

Communications des membres :

M. Van den Broeck fait sous le titre ci-dessous une communication orale, dont la seconde partie sera présentée ultérieurement et dont l'ensemble est destiné aux *Mémoires*.

NOUVELLES OBSERVATIONS

RELATIVES AU

GISEMENT DES IGUANODONS DE BERNISSART

(PREMIÈRE PARTIE)

Étude critique sur les coupes et figures du gisement de Bernissart dressées et publiées par M. Éd. Dupont

PAR

E. VAN DEN BROECK

L'exposé fait par MM. *Cornet* et *Schmitz*, à la séance du 27 décembre dernier (1), avait pour but de démontrer qu'il faut définitivement abandonner la thèse, restée uniquement défendue par M. Éd. Dupont, d'une profonde vallée creusée à l'époque « wealdienne » dans le schiste houiller de Bernissart, vallée qui aurait constitué le gisement *in situ* des gigantesques Iguanodons du Musée de Bruxelles. Cette thèse doit être abandonnée sans retour, conformément d'ailleurs à l'avis général, *unanime* même des géologues et des ingénieurs des mines, belges et étrangers, qui ont été à même de se rendre compte des données du problème. Outre les arguments d'ordre purement scientifique, et sur lesquels on pourrait admettre à la rigueur la défense persistante, par son auteur, d'une thèse abandonnée de tous, il y a dans l'exposé de MM. Cornet et Schmitz des arguments d'ordre exclusivement matériel et basés sur les faits récents de reconnaissance et d'exploitation minière. Or ceux-ci, qui ne sauraient être contestés, coupent court à toute résistance raisonnable et semblent devoir mettre fin à tout débat contradictoire ultérieur.

(1) J. Cornet et Schmitz, *Note sur les puits naturels du terrain houiller du Hainaut et sur le gisement des Iguanodons de Bernissart.*

Mais l'auteur de la thèse ainsi réfutée ne semble pas jusqu'ici disposé à admettre — sans cependant avoir donné aucune raison de la persistance de ses vues — qu'il s'est trompé en exposant celles-ci.

La conséquence matérielle pour le public de cet état de choses, s'il devait persister, serait que, en sa qualité de directeur du Musée de Bruxelles, M. Dupont aurait à assumer la responsabilité, vis-à-vis des visiteurs de cet établissement scientifique, d'une regrettable continuation d'exposé erroné dans l'enseignement par les yeux des conditions de gisement de nos célèbres Iguanodons.

Le gros public, non compétent, n'a pas, comme les hommes de science belges et étrangers, la ressource de passer outre et de baser son opinion sur les faits actuellement dévoilés, plutôt que sur l'avis tout personnel de l'auteur d'une théorie devenue incompatible avec ces mêmes données, d'ordre scientifique et minier.

C'est la notion très nette que telle est et restera quelque temps encore cette situation, fâcheuse assurément pour les intérêts de la vérité scientifique, qui motive et fera excuser aux yeux du monde scientifique, désormais éclairé, la persistance — considérée ici comme un devoir — dont doivent s'armer ceux qui sont à même de compléter ou de confirmer par des éléments nouveaux ou supplémentaires la démonstration, si péremptoire cependant, qui a été fournie dans le travail de MM. Cornet et Schmitz.

L'intuition de ce devoir scientifique a amené MM. *L. De Pauw* et *E. Van den Broeck* à faire suivre immédiatement l'exposé des auteurs précités, de communications qui, aux yeux de tout lecteur impartial et quelque peu compétent, auront amplement suffi pour réfuter d'avance toute tentative de défense de la chimérique « vallée bernissartienne ».

Mais d'autres données encore peuvent être fournies, dans le but d'éclairer mieux encore le nombreux groupe des hommes de science de tous pays qui s'intéressent à la question et de mettre en même temps le grand public mieux à même de se faire une opinion sur les thèses en présence et sur les responsabilités actuellement encourues.

Dans la présente communication, M. *E. Van den Broeck,* après l'exposé reproduit ci-dessus, se propose d'examiner un premier groupe de faits. Des communications ultérieures sur le même sujet seront faites à bref délai et aborderont d'autres éléments de démonstration en faveur de la thèse du gisement de Bernissart, incontestablement reconnu comme « puits naturel ». Lorsque ces éléments complémentaires d'appréciation, strictement basés sur des faits, auront été fournis,

ils seront réunis par l'auteur en un travail d'ensemble, illustré et très documenté, qui sera destiné aux *Mémoires.*

La question des *coupes* et *figures* représentant le gisement de Bernissart est tout d'abord abordée par M. E. Van den Broeck.

L'orateur rappelle que M. l'ingénieur *Sohier*, qui, en 1878, dirigeait les travaux du charbonnage de Bernissart, fut chargé par M. Dupont de lui fournir une série de graphiques permettant de se rendre compte de la coupe et de l'allure des terrains et des conditions du gisement. M. Sohier se livra bénévolement et de la manière la plus désintéressée à un labeur considérable pour satisfaire à ce désir. Outre une série importante de plans, de coupes et d'épures, représentant diagrammatiquement les grandes allures générales du Houiller et des dépôts de remplissage dans la région englobant les Crans du Nord et du Midi, le zélé et consciencieux Ingénieur fournit à la Direction du Musée trois documents graphiques de la plus haute importance. C'étaient d'abord deux coupes générales : l'une, Nord-Ouest—Sud-Est, passant à la fois par le Cran du Midi, gisement des Iguanodons, et par le Cran du Nord; l'autre constituait une coupe *transversale* du Cran du Midi (que traversait obliquement la première coupe), et celle-ci fournissait des données déjà fort détaillées sur les deux niveaux du gisement d'Iguanodons rencontrés dans les argiles de cet accident géologique.

Le troisième document, le plus important de tous, était constitué par la coupe détaillée et à grande échelle ($^1/_{50}$) des bouveaux de 322 et de 356 mètres, ayant traversé le Cran aux Iguanodons. Le développement de cette coupe de détail atteignait, d'après des renseignements récemment fournis par M. Sohier, une dizaine de mètres de longueur. Le levé minutieux des bouveaux, avec le détail lithologique de leurs amas de frictions hétérogènes, formant la périphérie du Cran, et avec leurs paquets d'argile stratifiée à Iguanodons, avait été exécuté par M. Sohier avec l'aide de M. *Sonnet*, préparateur au Musée, et aussi avec la collaboration, pour une partie du travail, de M. L. De Pauw, contrôleur des ateliers du Musée de Bruxelles. C'était là un document d'une valeur *inestimable,* appelé à élucider complètement l'étude si captivante des conditions du gisement. Dans l'esprit de son auteur principal, M. Sohier, ce document, pas plus que les autres d'ailleurs, ne laissait aucun doute sur la nature du gisement et il corroborait absolument la thèse du puits naturel... Mais c'est précisément la lumière fournie par ce suggestif document qui fut cause de sa complète relégation dans les oubliettes du Musée, car JAMAIS la superbe et si démonstrative coupe de M. Sohier n'eut les honneurs de

l'exposition publique! Qu'est-elle devenue..., et n'est-il pas fâcheux que, par crainte sans doute de la vive opposition que le document allait évidemment susciter contre la thèse de l'honorable Directeur du Musée, celui-ci ait cru pouvoir prendre la responsabilité de priver le monde savant, et le public fréquentant ou visitant le Musée, de cette importante base d'appréciation!

Il y a lieu, par contre, ajoute M. *Van den Broeck,* de féliciter chaleureusement MM. Cornet et Schmitz d'avoir récemment tenté le difficile travail de reconstitution et de reproduction synthétique à petite échelle de ladite coupe, qu'ils ont dressée et publiée dans la planche IV de leur Mémoire, en se basant sur les brouillons des *minutes authentiques,* heureusement conservés et retrouvés récemment par M. Sohier. Bien que ces documents fussent en séries très fragmentaires, peu commodes parfois à raccorder, dessinés à des échelles différentes et restés incomplets pour des parties malheureusement importantes du gisement, l'ensemble de la reconstitution fournie par la planche IV de MM. Cornet et Schmitz permet d'apprécier l'importance scientifique considérable du document et la valeur de la démonstration qu'il était appelé à fournir au public compétent, comme aux yeux des visiteurs du Musée.

Quant aux deux autres coupes d'ensemble, également dressées par M. Sohier (la coupe générale Nord-Ouest—Sud-Est et la coupe transversale Est-Ouest du Cran du Midi), elles furent sans doute tout d'abord jugées moins compromettantes pour la thèse d'une profonde « vallée » bernissartienne, car elles figurèrent pendant quelque temps dans la première grande cage aux Iguanodons, qui fut construite dans la cour du Musée à son ancien emplacement, à proximité de la place Royale.

M. *Van den Broeck* fait circuler dans l'Assemblée une série de photographies, dont certaines de grandes dimensions, montrant, fixées sur le panneau de fond de l'ancienne cage aux Iguanodons, les deux coupes de M. Sohier. A la loupe, on y découvre quantité de détails intéressants que M. Van den Broeck signale à l'Assemblée.

Mais bientôt ces coupes, qui, ainsi qu'en témoignent les photographies, se trouvèrent encore être trop démonstratives et qui, par certains de leurs éléments, heurtaient par trop vivement l'idée rationnelle que l'on se fait du profil d'une profonde vallée en schiste houiller, furent bientôt prudemment retirées de la vue du public et remplacées ultérieurement par deux aquarelles de plus petites dimensions, joliment peintes d'ailleurs par le dessinateur Ch. Léonard, et dressées sous la direction personnelle et exclusive de M. Éd. Dupont.

C'étaient toujours: d'une part, une coupe générale Nord-Ouest—Sud-Est, passant par les deux Crans du Nord et du Midi, ainsi que par le puits de Sainte-Barbe; d'autre part, une coupe transversale Est-Ouest du Cran du Midi, destinée à illustrer particulièrement le gisement des Iguanodons. Ces deux aquarelles, encadrées, mises sous verre, et dont M. Van den Broeck a fait le décalque très soigné, sont encore visibles actuellement à droite et à gauche du balcon en fer qui domine l'exhibition des Iguanodons au Musée de Bruxelles.

Elles sont fort élégantes, comme disposition et choix de couleurs, ces aquarelles de M. Léonard; malheureusement elles constituent sinon un travestissement, du moins un *arrangement* de la vérité scientifique, qu'elles sont censées devoir enseigner, et dans certaines parties elles constituent même un véritable *dérangement* des faits.

En effet, l'inclinaison des parois schisteuses de la prétendue vallée, la disposition de « l'éboulis des pentes » (amas de friction, en réalité, de la zone périphérique du puits naturel); la disposition, le nombre et les allures des paquets d'argile à Iguanodons; la position enfin de ces derniers par rapport aux *bancs* d'argile dont ils traversent des séries nombreuses normalement à la direction de ceux-ci (alors qu'en réalité les squelettes sont généralement inclus tout entiers dans l'épaisseur *d'un même banc*), tout cela est de la FANTAISIE n'ayant aucun rapport avec la réalité des faits et ne reproduisant nullement les données authentiques des coupes originales de M. l'ingénieur Sohier.

Il est assurément fâcheux de devoir se trouver forcé d'apprécier si sévèrement les seules coupes exhibées, comme éléments d'appréciation, au public visitant les galeries du Musée de Bruxelles, mais c'est cependant là un devoir, d'autant plus nécessaire, malgré la situation délicate qu'il crée, que ce sont ces coupes, ainsi modifiées, qui ont servi de documents inspirateurs et de modèles pour les figures qu'a publiées ultérieurement l'honorable Directeur du Musée.

C'est à la démonstration de ces faits que s'attache ensuite M. Van den Broeck, qui, à l'aide de calques, de superpositions et d'agrandissements photographiques, ayant fourni les éléments des dessins qu'il exhibe à l'Assemblée, — et qui seront publiés en détail ultérieurement, — montre que successivement les coupes publiées par M. Dupont, tant dans son *Guide aux collections de Bernissart du Musée* que dans son article de 1892 à la Société belge de Géologie (1), constituent une figuration

(1) ÉD. DUPONT, *Le gisement des Iguanodons de Bernissart.* (BULL. SOC. BELGE DE GÉOL., DE PALÉONTOL. ET D'HYDROL., t. VI, 1892, *Procès-Verbaux des séances,* pp. 86-92, séance du 26 avril 1892.)

d'accord certainement avec les aquarelles dont l'exécution a été ordonnée à M. Léonard, mais en désaccord formel avec certaines des données essentielles qu'a conservées la photographie des anciennes coupes originales de M. Sohier, exhibées, en juin 1883, dans l'ancienne cage aux Iguanodons du Musée.

M. Van den Broeck termine sa communication en montrant combien était peu justifiée la thèse d'une vallée profonde creusée dans le schiste houiller, rien qu'en tenant compte des faits positifs et convergents que fournissaient les coupes primitives de M. Sohier. Il conclut en regrettant que la Direction du Musée se soit crue forcée de remplacer certains de ces documents par des variantes, moins visiblement opposées à ses vues, de ne publier que ces versions toutes personnelles et surtout de tenir secrets d'autres documents par trop démonstratifs. Faut-il s'étonner après cela que les intérêts de la Science et de la Vérité font, à ceux qui sont à même de rétablir la réalité des choses, l'austère devoir de sacrifier quiétude et avantages personnels à la satisfaction de cette tâche assurément ingrate, mais d'ordre supérieur?

E. Van den Broeck. — **Le phénomène des migrations dans ses rapports avec la géologie, avec la paléontologie et avec l'origine des espèces. Comment il a été interprété et comment il faut le comprendre. La migration séculaire des milieux.**

Sous ce titre, l'auteur présente un exposé oral développé, suggéré par le récent discours académique de M. Ed. Dupont, intitulé : *Quelques mots sur l'Évolution* (1). La communication de M. Van den Broeck sera, si le temps ne lui fait pas défaut, rédigée au cours du présent exercice social et présentée pour le recueil des *Mémoires* du tome XIII de notre *Bulletin*.

Pour le cas où il lui faudrait remettre à plus tard la rédaction détaillée de son exposé, M. *Van den Broeck* signale que, déjà à la séance du 30 janvier 1899 de la Société d'Anthropologie de Bruxelles, le discours académique de M. Dupont a été l'objet de sévères critiques formulées par M. le docteur *E. Houzé*, ancien président de ladite Société, critiques intitulées : *L'Évolution à l'Académie des sciences de Belgique* (2).

M. *Van den Broeck*, à la même séance, a fait suivre les observations de M. Houzé d'un court exposé consacré aux faits relatifs à l'influence du phénomène des migrations dans leurs rapports avec les thèses

(1) Discours prononcé dans la séance publique de la Classe des sciences de l'Académie royale de Belgique, à la séance du 16 décembre 1898.

(2) Voir : Bull. Soc. belge d'Anthrop. de Bruxelles, t. XVII (1898-1899), *Procès-Verbaux des séances*, pp. 373-381.

contradictoires successivement défendues par M. Dupont. A la séance du 4 février 1899 de la Société royale Malacologique, M. Van den Broeck a encore présenté une « Étude critique » intitulée : *Le discours de M. Éd. Dupont à la séance publique, du 16 décembre 1898, de l'Académie des sciences de Belgique* (1).

Dans cette étude, M. Van den Broeck a présenté l'exposé sommaire du travail plus développé qu'il annonce pour les *Mémoires* de la Société, exposé qui peut se résumer comme suit :

M. Dupont, après avoir, bien à tort, jusqu'en 1892, soit dans ses derniers écrits sur la matière, considéré le phénomène de la *migration* comme un facteur secondaire, *défavorable* à l'évolution, qu'elle *voile* et qu'elle *trouble*, le reconnaît maintenant, dans son discours académique, comme constituant un facteur important des plus utiles à l'évolution. Bien plus, il croit pouvoir s'attribuer la mise en lumière de cette constatation comme une intuition personnelle illuminant les problèmes de la descendance et de l'origine des espèces, restés jusqu'ici, d'après lui, dans une fâcheuse impasse.

Or la méthode de recherches qui met en relief l'importance de la migration générale des faunes et des flores, et particulièrement de ce que M. Van den Broeck appelle à juste titre la *migration des milieux*, phénomène corrélatif au fait, si général dans l'histoire de la Terre, des *transgressions marines*, avait déjà été nettement exposée par M. Van den Broeck, dès 1874, dans son *Esquisse géologique des dépôts pliocènes d'Anvers*. Il y est revenu, en combattant les idées de M. Dupont, en 1892 (2), puis encore en février 1898 (3).

Aussi a-t-il été quelque peu étonné de voir M. Dupont, en décembre 1898, présenter la thèse d'une interprétation rationnelle du phénomène des migrations, étudié dans ses rapports avec l'évolution et avec la filiation des espèces, comme s'il s'agissait d'une *vue nouvelle* émanant de lui ! Déjà lorsqu'en 1874 M. Van den Broeck est entré dans cette voie, il n'a nullement songé à s'en attribuer le mérite, de nombreux précurseurs l'y ayant depuis longtemps précédé. Il eût cependant pu revendiquer la portée plus grande qui devenait l'apanage de cette étude par suite de la manière spéciale dont il l'avait considérée il y a vingt-quatre ans.

La séance est levée à 10 h. 40.

(1) ANN. SOC. ROY. MAL. DE BELGIQUE, *Bulletin des séances*, t. XXXIV (1899), pp. XI-XXIV.

(2) E. VAN DEN BROECK, *L'émigration et la filiation des espèces*. (BULL. SOC. BELGE DE GÉOL., DE PALÉONTOL. ET D'HYDROL., t. IV, 1892. *Procès-Verbaux des séances*, pp. 94-97, séance du 26 avril 1892.)

(3) E. VAN DEN BROECK, *L'émigration considérée comme facteur de l'évolution et de la filiation des espèces*, IBIDEM, t. XXXIII, 1898, *Bulletin des séances*, 12 février 1898.

SÉANCE MENSUELLE DU 28 FÉVRIER 1899.

Présidence de M. **M. Mourlon**, *président.*

La séance est ouverte à 9 h. 30.

En prenant possession du fauteuil, M. *Mourlon* remercie pour sa nomination de Président et rappelle les services rendus à la science par son prédécesseur M. Renard. Il tient également à rappeler une fois de plus que c'est au zèle infatigable de MM. Van den Broeck et Rutot que la Société est redevable de sa vitalité croissante.

La question des eaux du Bocq.

M. *le Secrétaire général* a eu avec M. Van Meenen un échange de lettres sur cette question. Satisfaisant à une demande de la Société des sciences médicales de Bruxelles, la Société, dans sa séance du 31 janvier dernier, a décidé la nomination d'une commission d'études.

A la date du 2 février, M. Van Meenen écrit pour exprimer son étonnement de ce qu'une décision aussi importante ait été prise sans que l'objet figurât à l'ordre du jour, alors que dans la séance de décembre, par l'application textuelle du règlement, la parole ne lui avait pas été accordée pour s'expliquer et alors que son absence de la séance de janvier était connue. Il fait ses réserves et demande la mise à l'ordre du jour de la prochaine séance d'une communication de lui sur ce sujet.

A une lettre de rappel du 24 février 1899, il a été répondu le même jour par le Secrétaire général comme suit :

En ce qui concerne votre demande de savoir si votre proposition a été mise à l'ordre du jour de la « prochaine séance mensuelle », je suis toujours à attendre le texte de cette proposition. Vous m'avez bien exprimé votre désir de prendre la parole, mais vous ne m'avez pas informé sur

quel objet, et ne figurent à l'ordre du jour que les communications dont le titre exact est fourni d'avance et accepté par le Bureau.

S'il s'agit d'une question non scientifique, comme cela est vraisemblable, le Bureau, qui recevra d'abord communication de son énoncé et de son but, restera juge s'il y a lieu de la faire porter à l'ordre du jour du Conseil, d'une assemblée mensuelle ou de la Commission future, dont le Conseil, dans sa réunion de samedi soir, va avoir à s'occuper.

La réponse suivante, datée du 25 février, a été reçue de M. Van Meenen :

Voici ce que je me propose de dire à l'Assemblée mensuelle ordinaire de mardi.

Je désire que la parole me soit donnée au début de la séance.

1° *Motion d'ordre.* — Je propose qu'à l'avenir aucune proposition ne soit discutée ni aucune résolution prise sans avoir été mise à l'ordre du jour.

2° *Propositions.* — Je propose que la Commission chargée d'étudier les sources qui alimentent la nouvelle distribution d'eau soit également chargée d'étudier la distribution d'eau de la ville de Bruxelles.

Je propose également qu'il soit adjoint à la Commission des membres non géologues et que parmi les membres nommés ceux qui ont fait connaître leur opinion ne prennent pas part aux travaux.

C'est le principe admis en matière de justice; qu'enfin la Commission ne pourra conclure sans avoir entendu les auteurs de la nouvelle distribution d'eau.

Veuillez soumettre cette motion d'ordre et cette proposition au Bureau pour qu'il puisse les soumettre à l'Assemblée mensuelle ordinaire de mardi soir.

Je ne puis admettre que le Bureau soit juge de la question de savoir si je puis ou non faire ces propositions. Je suis même très étonné de ce que vous me dites à ce sujet, car s'il en était ainsi, ce serait la censure préalable, et il en résulterait que jamais un membre de la Société ne pourrait faire une proposition qui déplairait au Bureau. Tous les membres de la Société ont le droit de parler sans avoir à en demander la permission à personne.

Du reste, mes propositions ont un intérêt considérable; il ne faut qu'à aucun prix la Commission puisse être suspectée, il faut que des garanties soient données à ceux qui sont attaqués, notamment moi. Puisque la Société est entrée dans cette voie dangereuse, il faut qu'elle soit prudente.

M. *Van Meenen* renouvelle de vive voix ses réserves sur la légalité d'une décision prise, dit-il, en dehors des conditions réglementaires de

toute assemblée et en l'absence de celui qui doit se considérer comme personnellement attaqué. La compétence de la Société de Géologie peut être contestée pour le côté technique de la question, d'autant plus que la Commission d'études se compose uniquement de géologues; les hydrologues ont été exclus, quoique la question fût plus directement de leur ressort. Or ce sont précisément les détails techniques de l'établissement des galeries, du captage des sources, des moyens pour écarter la pollution, qui sont d'une importance prépondérante au point de vue hygiénique; et si l'on applique aux choses le même principe qu'aux personnes, ce côté technique serait écarté, comme n'étant pas du domaine de la géologie. L'étude doit, de toute nécessité et en stricte équité, être complète et tenir compte de ce que pourrait avoir à dire la Société intercommunale du Bocq.

Les noms des membres de la Commission devraient être connus; ils vont avoir qualité d'experts; or un principe de droit doit faire récuser comme tels tous ceux qui ont déjà émis une opinion.

Par mesure de justice distributive, il faudrait étendre l'étude aux eaux de la ville de Bruxelles; l'opportunité de cette mesure est démontrée par un fait topique : l'eau de la ville ayant été soumise à l'analyse, mais sans indication d'origine, le chimiste l'a condamnée.

Les créateurs de la nouvelle distribution, pendant dix années d'efforts constants, ont été en butte à des attaques de toute nature. Une nouvelle campagne est entamée aujourd'hui, et l'orateur s'en prend ici très vivement à M. le Dr Cheval, promoteur de ladite campagne.

M. *le Président* ne peut admettre ces appréciations, ni surtout les expressions dont s'est servi M. Van Meenen pour les formuler. L'intervention de la Société s'explique et se comprend par la position prise par la Société médicale; celle-ci se réserve de discuter le côté hygiénique et demande des renseignements de *géologie*. Ces renseignements peuvent être fournis en toute connaissance de cause, grâce à la compétence de beaucoup de membres, et le seront en toute équité, la Société n'ayant pas à tenir compte des attaques dont l'Intercommunale a pu être l'objet.

M. le Dr *Jacques* appuie ces observations; il a décliné de faire partie de la Commission de la Société des sciences médicales, prévenant ainsi l'objection de M. Van Meenen.

M. le Dr *Cheval* s'est également récusé.

M. *le Secrétaire général*, pour mettre la question au point, donne lecture de la lettre de la Société des sciences médicales, demandant

une étude géologique de la question des eaux captées en terrains calcaires. Cette lettre est datée du 11 décembre 1898.

En voici le texte complet :

MONSIEUR LE PRÉSIDENT,

A la suite d'une communication de M. le Dr Cheval, la Société des sciences médicales et naturelles a été saisie de la question des eaux captées en terrains calcaires. Désirant se faire une opinion éclairée sur ce sujet et ne se reconnaissant pas la compétence nécessaire en « géologie », la Société des sciences médicales et naturelles vous prie, par notre entremise, de bien vouloir porter cette question à votre ordre du jour.

Elle vous serait reconnaissante si vous vouliez bien faire droit à cette demande et lui faire connaître les conclusions de votre délibération.

Veuillez agréer, Monsieur le Président, l'expression de nos sentiments bien distingués.

Le Secrétaire, D. GALLEMAERTS. *Le Président ff.,* DESTRÉE.

Notre Secrétaire a répondu à cette lettre du 20 décembre en donnant un compte rendu de ses propres déclarations à la séance du 27 décembre, tendant à l'opportunité d'une étude, purement géologique, par une Commission uniquement composée de géologues, l'intervention des ingénieurs hydrologues, généralement engagés d'intérêt dans l'un ou l'autre projet, ayant déjà antérieurement donné lieu à des inconvénients dont il est désirable de prévenir le retour.

Le 24 janvier 1899, la Société des sciences médicales répond qu'elle est d'accord *pour limiter sa demande de renseignements à l'avis des seuls géologues.*

Cette lettre, adressée au Président, aurait dû être remise à M. Renard; elle serait alors parvenue à temps pour faire figurer à l'ordre du jour la nomination de la Commission. Mais elle a été envoyée à M. Mourlon, qui l'a remise au Secrétaire le jour même de la séance. C'est uniquement pour ne pas perdre tout un mois qu'il a été décidé immédiatement qu'on donnerait suite à la demande de la Société des sciences médicales. Quant aux objections contre la composition de cette Commission, elles tombent devant le fait que *tous* les membres géologues pratiquants, indistinctement, ont été appelés à en faire partie. La Commission s'entourera de tous les renseignements nécessaires pour une étude complète et impartiale.

Géologiquement, il n'y a aucune connexité entre la région du Bocq

et la région où Bruxelles capte ses eaux; cette dernière est suffisamment connue. Il n'y a donc aucune raison plausible pour une étude parallèle de ces deux questions distinctes.

Les critiques du Dr Cheval peuvent pécher par erreur ou par exagération, mais elles ont eu pour résultat d'attirer l'attention sur une importante question d'hygiène publique.

M. *Van Meenen* est heureux d'avoir provoqué ces explications; elles ne peuvent pas régulariser la décision prise inopinément sur une question n'ayant pas figuré à l'ordre du jour, mais elles font comprendre comment cette irrégularité a pu se produire. Ses réclamations un peu énergiques lui étaient dictées par les graves intérêts qu'il a la mission de défendre, comme le comprendront tous ceux sur lesquels pèse une responsabilité analogue. Il prend acte que la Société ne veut faire que de la science dans des conditions absolues d'impartialité. Mais la seule conclusion possible de ce débat, et la seule pratique parce qu'elle seule intéresse les populations, c'est de savoir si les eaux sont dangereuses ou peuvent le devenir. Il ne s'agit pas de théories, mais de faits précis. Le régime des sources et de leurs communications plus ou moins directes avec la surface peut le mieux être étudié par des déterminations de la dureté chimique et par la constance de la température des eaux. Ce n'est point là de la géologie, mais nettement de l'hydrologie. L'absence d'hydrologues rend par conséquent la Commission incompétente.

M. *Kemna* estime qu'il y a une série de malentendus. Comme tous ceux qui ont eu à exécuter de grands travaux publics, M. Van Meenen a été l'objet de sollicitations diverses, a suscité des espérances, créé des désillusions, transformées bien vite en rancunes agressives. Excité et excédé, se considérant comme accusé, il a parlé ici des droits imprescriptibles de la défense, d'incompétence de juges, de récusation d'experts. La procédure ne pouvant être que la recherche de la vérité scientifique et nulle autre, les réclamations sur l'impartialité de l'enquête, sur le droit des intéressés à être entendus, étaient accordées d'avance.

Il y a un fait de détail utile à relever. On vient de citer des analyses de l'eau de la ville de Bruxelles, faites par un chimiste auquel on a soigneusement caché l'origine de l'eau. C'est là un vieux truc des propriétaires rebelles aux mesures d'hygiène, mais auquel une administration sérieuse ne devrait pas avoir recours. Le chimiste ne peut, en âme et conscience, donner une appréciation quand un élément aussi essentiel que l'origine de l'eau lui est inconnu, et il n'est pas correct de le lui cacher.

MM. *le Président* et *le Secrétaire* confirment à nouveau que toutes les mesures seront prises pour que l'enquête soit irréprochable à tous les points de vue.

Avant de clôturer la séance, M. le Président accorde la parole à M. le Secrétaire général afin de donner connaissance à l'Assemblée des termes de la lettre par laquelle le Bureau de la Société a répondu, le 18 février, à la missive du 24 janvier, de la Société royale des sciences médicales et naturelles de Bruxelles.

MONSIEUR LE PRÉSIDENT,

En réponse à votre honorée du 24 janvier, j'ai l'honneur de porter à votre connaissance qu'en présence de votre désir bien défini de voir l'élément exclusivement *géologique* de la Société belge de Géologie s'occuper de vous fournir éventuellement des éclaircissements de sa compétence au sujet des eaux captées dans la région du Bocq, l'Assemblée du 31 janvier a accepté en principe la mission que vous aviez en vue de confier à la Société. Indistinctement, tous les membres belges de celle-ci qui ont droit au titre de GÉOLOGUE, soit en qualité de géologues professionnels, professeurs, etc., ont été inscrits comme appelés à faire partie du Comité d'études qui se réunira lorsque la Société royale des sciences médicales et naturelles de Bruxelles le désirera et formulera un *questionnaire approprié*.

A la demande de M. le Dr Jacques, trois médecins ont été adjoints à cette Commission géologique, mais d'après une décision du Bureau, à titre purement *consultatif* et seulement si, au sein du *Comité géologique*, une question de bactériologie venait incidemment à être traitée.

Il n'est pas douteux, Monsieur le Président, que la Commission géologique nommée parmi nous sera unanimement d'accord pour partager les vues déjà exposées isolément par plusieurs des membres géologues de la Société, en ce qui concerne les eaux des roches calcaires et les précautions toutes spéciales, et d'un caractère *éminemment permanent*, qui doivent être prises, sous forme d'analyses, etc.

Mais outre ces déclarations générales, peut-être attendez-vous de nous la réalisation de l'enquête géologique spéciale, poursuivie dans la région drainée du Bocq et qui, à diverses reprises déjà, a été indiquée comme un important desideratum de sécurité.

En prévision de cette mission éventuelle, l'Assemblée a décidé que le *Comité géologique* serait engagé à nommer dans son sein *trois délégués* par exemple, chargés d'aller sur les lieux faire une étude géologique approfondie, dont les résultats, communiqués au Comité, vous seraient ensuite et après discussion transmis avec tout le détail nécessaire.

Pareille mission, pour être convenablement remplie, réclamerait de la part de ces délégués de *six* à *huit* et peut-être *dix* jours d'explorations appropriées avec aides (exécution de sondages, etc.).

Comme on ne peut évidemment réclamer aux délégués de faire le sacrifice de TEMPS et D'ARGENT représenté par cette étude sur place, il y aurait lieu pour vous d'obtenir, soit de la *Société intercommunale*, soit des *administrations communales intéressées*, les moyens pécuniaires de couvrir ces frais d'études.

Avant donc d'engager à fond la Société belge de Géologie dans la voie de ces études sur place, si indispensables, en réalité, comme sources des données précises pour l'étude de la question, il conviendrait, nous paraît-il, que la Société royale des sciences médicales s'assurât des *voies et moyens*, sans lesquels il n'y a pas lieu de songer à réclamer ces *études sur place*.

Suivant toute apparence, le coût de celles-ci s'élèverait à une somme pouvant varier de 1,000 à 1,500 francs.

Pour ce qui est de reprendre une discussion géologique et hydrologique sur les faits actuellement connus, nous n'en voyons pas bien l'utilité, persuadés que nous sommes que tout le monde au sein du Comité géologique sera d'accord avec ce qu'ont dit les divers géologues qui ont traité la question des eaux captées dans la région du Bocq.

Veuillez agréer, Monsieur le Président, l'assurance de ma considération distinguée.

AU NOM DU BUREAU :
Le Secrétaire général,
ERNEST VAN DEN BROECK.

La séance est levée à 11 h. 15.

SÉANCE MENSUELLE DU 21 MARS 1899.

Présidence de M. **Mourlon,** *Président.*

La séance est ouverte à 8 h. 45.

Correspondance :

Le Comité composé de délégués des associations scientifiques de Bruxelles nous adresse une lettre nous invitant à faire représenter la Société à la réunion du 26 courant, dans laquelle sera examinée la question de l'édification, à Bruxelles, d'un Palais des sociétés savantes, par voie de transformation de l'hôtel Ravenstein.

Les membres présents décident à l'unanimité de déléguer M. *A. Rutot* pour représenter les intérêts de la Société à cette réunion.

M. *Van den Broeck* fait toutefois remarquer que la Société a pu jouir jusqu'ici de la gratuité du local où elle tient ses séances, et qu'on ne devra se prononcer qu'avec grande prudence pour ne pas grever notre budget de nouvelles charges.

M. le Dr *Jacques* fait observer que les délégués des diverses sociétés savantes n'ont jusqu'ici aucun caractère officiel, le projet lui-même n'étant pas nettement arrêté.

La question des eaux du Bocq.

La *Société royale des sciences médicales et naturelles de Bruxelles* a envoyé à la Société la lettre suivante, relative au débat scientifique qu'elle désire provoquer au sujet des eaux du Bocq et dont le programme lui avait été fourni conformément aux vues de la dernière assemblée.

Messieurs,

Nous avons transmis, dans sa dernière séance, à la Société des sciences médicales et naturelles, la lettre que vous avez bien voulu nous faire parvenir. La Société des sciences médicales et naturelles s'est trouvée unanime à remercier la Société de Géologie de la façon si approfondie et

si scientifique dont elle veut aborder le problème des eaux captées en terrain calcaire; il lui a paru cependant que la question géologique ne représentant pour elle qu'un des éléments du problème sanitaire qu'elle désire résoudre, il n'était pas nécessaire pour elle d'étendre la question à des recherches nouvelles.

La Société des sciences médicales nous a chargés, pour fixer le point qui l'intéresse, de vous transmettre les deux questions suivantes, bien précises, en priant les membres *géologues* de votre Société de bien vouloir y répondre. Voici ces deux questions :

1° Les eaux captées en terrains calcaires doivent-elles être considérées comme suspectes au point de vue de l'alimentation en eau potable?

2° Les eaux du bassin du Bocq peuvent-elles être considérées comme des eaux de cette nature?

Nous vous serions reconnaissants, Messieurs, de bien vouloir nous fournir une réponse à cet égard, réponse à laquelle votre haute compétence donne le plus grand intérêt, et nous vous remercions, en tout cas, au nom de la Société des sciences médicales et naturelles, des marques de bienveillance et de confraternité scientifique avec lesquelles vous avez accueilli ses demandes.

Veuillez agréer, Messieurs, l'expression de notre considération ditinguée.

Le Secrétaire, D. GALLEMAERTS.

Le Président ff. DESTRÉE.

M. *Van den Broeck* estime qu'il est impossible de répondre utilement aux deux questions ainsi posées par la Société médicale. *A priori*, la réponse sera vraisemblablement la même pour tous les géologues; ils répondront *oui* aux deux questions : il n'est pas douteux qu'une eau captée en terrain calcareux soit sujette à caution; et les eaux du Bocq sont dans ces conditions. Mais nous ne pouvons prendre la responsabilité de dire que ces eaux sont *mauvaises;* nous n'en avons pas le droit, et ce n'est même pas là d'ailleurs notre opinion, faute de preuves. Une exploration minutieuse seule permettrait de trancher cette question. Nous répondrons en ce sens à la Société des sciences médicales.

M. *le Président* approuve cette manière de faire; en principe, l'opinion de la Société de Géologie est connue : une exploration seule permettra de décider si, dans le cas particulier qui nous occupe, les eaux du Bocq sont, oui ou non, contaminables.

M. *Van den Broeck* propose de transmettre les deux questions de la Société des sciences médicales aux dix-neuf membres qui ont adhéré à

la constitution de la Commission spéciale d'études des eaux du Bocq, en ajoutant que l'Assemblée d'aujourd'hui a décidé, en principe, qu'une exploration est indispensable. La question sera portée à l'ordre du jour d'une prochaine séance. — *Adopté.*

Voici, en annexe, le texte de la lettre qui, à la suite de cette décision de l'Assemblée, a été envoyée aux membres de la Commission.

MONSIEUR ET HONORÉ COLLÈGUE,

Nous avons l'honneur de porter à votre connaissance que, répondant à une demande de la Société royale des sciences médicales et naturelles de Bruxelles, qui a prié la Société belge de Géologie de charger ses membres *géologues* de l'éclairer sur l'étude exclusivement géologique et hydrologique des eaux captées pour l'alimentation des faubourgs de Bruxelles, dans la vallée du Bocq, l'assemblée du 31 janvier dernier, après avoir pris toutes ses garanties pour que l'étude à faire et les débats à intervenir éventuellement soient absolument localisés *entre les membres de la Commission en vue*, vous a désigné pour faire partie de ladite Commission.

Vous trouverez en annexe de la présente une liste de membres de la Société, qui vous fournira, soulignés en rouge, les noms des vingt-six de nos collègues auxquels s'adresse également la présente communication.

Le rôle de la Commission sera exclusivement géologique et hydrologique. Outre les données relatives à la géologie *primaire* et aux conditions du manteau de recouvrement *meuble* de la région en vue, outre les questions d'*origine*, de *quantité*, de *variations* et de *qualité* des eaux captées, il comprendra d'une manière générale l'étude de l'eau depuis son arrivée dans le sol jusqu'au moment de son introduction dans le réseau du captage.

Cette mission, ainsi limitée, n'empêchera pas toutefois la Commission de s'adjoindre, *à titre consultatif* et de références techniques et scientifiques supplémentaires, le concours de personnes étrangères et d'autres membres de la Société. C'est ainsi qu'il lui sera loisible de se renseigner auprès des ingénieurs et représentants de la Société intercommunale, auprès de bactériologistes, hygiénistes, météorologistes et spécialistes divers, dont le concours, *à titre consultatif*, lui paraîtra désirable.

Comme de sérieuses lumières nouvelles ne peuvent être obtenues que par une *étude sur place* de la région dont proviennent les eaux captées, il a paru aux assemblées des 31 janvier et 28 février qu'une *délégation d'un nombre limité* de membres de la Commission devra être désignée par celle-ci en vue de procéder au travail de reconnaissance et d'études hydro-géologiques. L'attention de ces délégués devra particulièrement être dirigée vers les constatations relatives aux phénomènes des *aiguigeois* ou des pertes d'eau superficielles, qui pourraient éventuellement s'ajouter

à celles déjà actuellement signalées. Des expériences à la fluorescéine devront également être faites suivant un programme à déterminer par la Commission, ainsi que des essais hydrotimétriques et autres.

L'une des premières missions de la Commission devant être de nommer les *délégués* appelés à s'occuper des études sur le terrain (qui peuvent réclamer tout au plus de huit à dix jours), il serait utile de savoir si éventuellement vous seriez disposé à accepter une telle mission spéciale au sein de la Commission. Il serait, en effet, fâcheux de voir les votes de celle-ci se disperser sur des collègues qui ne désireraient pas accepter ce rôle défini au sein de la Commission.

D'après les déclarations qui ont été faites en séance, le 28 février, il semble que la question des *voies et moyens*, c'est-à-dire de l'obtention des ressources pécuniaires destinées à couvrir les frais d'indemnités, les frais de voyages et de séjour ainsi que les frais d'études, de sondages et d'expériences, et d'aides, il semble, disons-nous, que cette question sera résolue sans peine, grâce au concours des intéressés.

Veuillez, Monsieur et cher Collègue, nous faire savoir si vous acceptez : 1° de faire partie de la Commission d'études projetée ; 2° *éventuellement*, de vous charger en qualité de délégué des études sur place qui devront être effectuées.

Dans l'attente de votre réponse, qu'il nous serait agréable de recevoir promptement, nous vous prions, Monsieur et honoré Collègue, d'agréer nos salutations empressées.

Le Secrétaire général, ERNEST VAN DEN BROECK. *Le Président,* M. MOURLON.

A la suite d'une réunion, qui a eu lieu le 2 mars 1899, de la Commission spéciale d'étude des eaux du Bocq, il a été adressé à la Société des sciences médicales et naturelles de Bruxelles la lettre suivante, que le retard de publication des présents Procès-Verbaux permet d'intercaler ici anticipativement.

MONSIEUR LE PRÉSIDENT,

En réponse à votre lettre du 12 mars dernier, j'ai l'honneur de porter à votre connaissance que le Comité spécial institué au sein de notre Société pour l'étude du problème géologique que vous avez bien voulu nous soumettre, s'est réuni en assemblée spéciale mardi 2 courant, et s'est trouvé unanimement d'accord pour faire aux deux questions que vous avez formulées dans votre lettre prérappelée, les réponses suivantes :

A la première question :

« Les eaux captées en terrains calcaires doivent-elles être considérées » comme suspectes au point de vue de l'alimentation en eau potable? »

En principe, toutes les eaux souterraines, quels que soient les terrains dont elles proviennent, doivent être tenues comme suspectes pour l'alimentation, tant que leur analyse bactériologique et chimique complète n'a pas été faite.

Lorsque des terrains sont constitués de telle sorte que la circulation des eaux s'y fait en tout ou partie dans des canaux de section notable, présentant des communications directes avec l'extérieur par lesquelles elles peuvent recevoir des eaux de ruissellement, la contamination des couches aquifères par ces dernières est probable.

C'est le cas notamment de certains terrains calcaires, criblés de cavernes et de bétoires.

Néanmoins, on ne peut conclure de la constitution seule de ces terrains à la mauvaise qualité alimentaire des eaux qui en proviendraient, parce qu'une décantation ou filtration souterraine peut exister et être assez efficace pour faire disparaître les organismes nocifs et même modifier la constitution chimique dans un sens favorable.

Il en résulte que pour des terrains tels que les calcaires primaires du Condroz, des analyses chimiques et bactériologiques répétées à des époques judicieusement choisies et *poursuivies pendant toute la durée de l'exploitation*, constituent seules un critérium sérieux.

A la deuxième question :

« Les eaux du bassin du Bocq peuvent-elles être considérées comme » des eaux de cette nature? »

Les eaux du bassin du Bocq, sortant des calcaires primaires, appartiennent à la catégorie des eaux visées dans la réponse à la première question. Mais pour déterminer la probabilité de la contamination éventuelle, toujours possible dans ces calcaires, et pour indiquer les moyens d'y remédier tant aujourd'hui que dans l'avenir, *il nous paraît indispensable de procéder à l'étude détaillée sur place, dont nous avons fait ressortir précédemment la nécessité absolue.*

Veuillez agréer, Monsieur le Président, l'assurance de ma considération distinguée.

Le Secrétaire général,
E. Van den Broeck.

Présentation et élection de nouveaux membres effectifs :

Sont présentés et élus par le vote unanime de l'Assemblée :

En qualité de Membres effectifs :

MM. Toussaint, G., sous-lieutenant à l'École d'application, à Quenast;
Lucas, Walthère, chimiste, rue du Cadran, 15, à Saint-Josse-ten-Noode.

En qualité de Membres regnicoles :

MM. Frentz, L.-H, ingénieur, rue Médori, 1, à Laeken-Bruxelles;
Landoy, Jules, rue Botanique, 25, à Bruxelles.

Dons et envois reçus :

1° De la part des auteurs :

2691. **Akerman, Rich.** *Sur l'état actuel de l'industrie du fer en Suède.* Vol. in-4° de 76 pages, 1 carte. Stockholm, 1878.

2692. **Andersson, Frit.** *Ueber die Quartäre Lagerserie des Ristinge Klint auf Langeland, eine biologisch-stratigraphische Studie.* Extrait grand in-8° de 66 pages. Upsala, 1897.

2693. — *Till Frågan om de Baltiska postarkaïska eruptivens Alder.* Extrait in-8° de 9 pages. Stockholm, 1896.

2694. **Berghell, H.** *Bidrag till kännedomen om Södra Finlands Kvartära Nivåförändringar.* Extrait in-8° de 60 pages, 1 carte. Helsingfors, 1896.

2695. **Bertrand, Margerie, etc.** *Maurice Hovelacque, 24 septembre 1858-17 mai 1898.* Broch. grand in-8° de 64 pages, 1 portrait. Paris, 1898.

2696. **Bleicher.** *Contribution à l'étude lithologique, microscopique et chimique des roches sédimentaires, secondaires et tertiaires du Portugal.* Extrait in-8° de 38 pages, 7 planches. Lisbonne, 1898.

2697. — *Sur la découverte de graptolithes dans les poudingues du grès vosgien des environs de Raon-l'Étape (Vosges).* Extrait in-4° de 3 pages. Paris, 1898.

2698. **Botti, U.** *Dei Piani e Sotto-Piani in geologia.* Vol. in-8° de 393 pages. Calabria, 1899.

2699. **Cleve, Th.** *Bidrag till kännedom om Quicksilfvercyanidens föreningar med Rhodanmetaller.* Extrait in-8° de 21 pages. 1862.

2700. — *Mineral-analytiska undersökningar.* Extrait in-8° de 26 pages. 1862.

2701. **De Geer, G.** *Om kaolin och andra vittringsrester af Urberg inom Kristianstadsområdets Kritsystem.* Extrait in-8° de 7 pages. Stockholm, 1887.

2702. **Fegraeus, Torb.** *Om de Lösa Jordaflagringarna i några af Norrlands Elfdalar.* Extrait in-8° de 49 pages, 1 carte. Stockholm, 1890.

2703. **Fries, Th. M.** *Inbjudningsskrift till den Fest Hvarmed trehundraårsminnet af Gustaf II Adolfs Födelse kommer att Firas : I. Upsala Universitets Aula den 9 december 1894.* Broch. in-8° de 78 pages. Upsala, 1894.

2704. **Grönwall, Karl. A.** *Öfversikt af Skånes Yngre öfversiluriska Bildningar.* Extrait in-8° de 57 pages, 2 planches. Stockholm, 1897.

2705. **Hemmendorff, E.** *Om Ölands Vegetation.* Extrait in-8° de 52 pages, 1 carte. Upsala, 1897.

2706. **Herlin, R.** *Paläontologisk-Vaxtgeografiska studier i Norra Satakunta.* Extrait in-8° de 100 pages, 2 planches. Helsingfors, 1896.

2707. **Högborn, A.-G.** *Om Kvartsit-Sparagmitområdet i Sveriges Sydliga Fjelltrakter.* Extrait in-8° de 20 pages. Stockholm, 1891.

2708. — *Om de Vid Syenitbergarter Bundna Jernmalmerna i Ostral Ural.* Extrait in-8° de 20 pages. Stockholm, 1898.

2709. **Holm, G.** *De Svenska Arterna af Trilobitslägtet Illaenus (Dalman).* Extrait in-8° de 148 pages, 5 planches. Stockholm, 1883.

2710. **Holst, N.-O.** *Ryoliten Vid Sjön Mien.* Extrait in-8° de 50 pages. Stockholm, 1890.

2711. **Josephson, Ol.** *Studier öfver Elastiska Rotationskroppars deformation.* Extrait in-8° de 68 pages. Upsala, 1896.

2712. **Juhlin-Dannfelt, H.** *On the Diatoms of the Baltic Sea.* Extrait in-8° de 52 pages, 4 planches. Stockholm, 1882.

2713. **Lindström, A.** *Praktiskt Geologiska Iakttagelser under Resor pa Gotland 1876-1878.* Extrait in-8° de 43 pages, 1 carte. Stockholm, 1879.

2714. — *List of the fossils of the Upper Silurian Formation of Gotland.* Extrait in-8° de 20 pages. Stockholm, 1885.

2715. — *Traktens topografi och de lösa jordlagren.* Extrait de 61 pages. Stockholm, 1885.

2716. — *Jordslagen inom Vesternorrlands Län, i geologiskt och agronomiskt Hänseende Beskrifna.* Extrait in-4° de 72 pages. Stockholm, 1888.

2717. — *Ueber die Schichtenfolge des Silur auf der Insel Gotland.* Extrait in-8° de 18 pages, 1 carte. Stuttgart, 1888.

2718. **Linnarsson, J.-G.-O.** *Ueber eine Reise nach Böhmen und den russischen Ostseeprovinzen im Sommer 1872.* Extrait in-8° de 24 pages. Berlin, 1873.

2719. — *Trilobiter från Vestergötlands « Andrarumskalk ».* Extrait in-8° de 7 pages. Stockholm, 1873.

2720. — *Om Försteningarne i de Svenska Lagren med Peltura och Sphaerophthalmus.* Extrait in-8° de 31 pages. Stockholm, 1880.

2721. **Lundbohm, Hj.** *Engelska Byggnadsmaterial och Byggnadssätt samt de Senares Tillämplighet i Sverige.* Extrait in-8° de 46 pages, 2 planches. Stockholm, 1889.

2722. — *Om bearbetning af Sandsten, Kalksten och Takskiffer i Storbritannien.* Extrait in-8° de 22 pages. Stockholm, 1889.

2723. — *Om granitindustrien i Utlandet särskildt Storbritannien.* Extrait in-8° de 61 pages, 2 planches. Stockholm, 1889.

2724. — *Apatitförekomster i Gellivare Malmberg och Kringliggande Trakt.* Extrait in-8° de 48 pages, 3 planches. Stockholm, 1890.

2725. — *Apatitförekomster i Norrbottens Malmberg.* Extrait in-8° de 38 pages. Stockholm, 1892.

2726. — *Om Stenindustrien i Förenta Staterna.* Extrait in-8° de 32 pages. Stockholm, 1893.

2727. **Munthe, H.** *Om Biologisk Undersökning af Leror O. S. V.* Extrait in-8° de 14 pages. Stockholm, 1894.

2728. — *Om Fyndet af Gråsäl i Ancylusleran vid Skattmansö i Upland.* Extrait in-8° de 7 pages. Stockholm, 1895.

2729. — *Till Kännedomen om Foraminiferfaunan i Skanes Kritsystem.* Extrait in-8° de 19 pages. Stockholm, 1896.

2730. — *Till Frågan om Foraminiferfaunan i sydbaltiska kvartärlager.* Extrait in-8° de 14 pages. Stockholm, 1896.

2731. **Nathorst, A.-G.** *Nagra ord om Slipsandstenen i Dalarne.* Extrait in-8° de 26 pages. Stockholm, 1885.

2732. **Nordenskjöld, N.-O.-G.** *Ueber Archaeische Ergussgesteine aus Småland.* Extrait in-8° de 125 pages, 2 planches. Upsala, 1894.

2733. — *Om Bossmo Grufvors geologi.* Extrait in-8° de 20 pages, 2 planches. Stockholm, 1895.

2734. — *Om Förmodade spår af en Istid i Sierra de Tandil i Argentina.* Extrait in-8° de 7 pages. Stockholm, 1895.

2735. — *Kristallografisk och optisk Undersökning af Edingtonit.* Extrait in-8° de 4 pages. Stockholm, 1895.

2736. **Paijkull, C.-W.** *Undersökningar om Granater.* Extrait in-8° de 8 pages. 1861.

2737. — *Om fyndet af en menniskoskalle i Fyris-ans fordna utloppsbassin.* Extrait in-8° de 8 pages. 1864.

2738. **Petersson, W.** *Studier öfver Gadolinit.* Extrait in-8° de 75 pages. Stockholm, 1890.

2739. **Plathan, A.** *Ueber eine isomorphe Reihe von Formiaten des Calcium, Strontium, Baryum und Blei.* Extrait in-8° de 46 pages. Kuopio, 1897.

2740. **Polis, P.** *Le climat de l'Eifel et des Hautes-Fagnes.* Extrait in-8° de 58 pages.

2741. **Rancken, E.** *Undersökning af Svaflets Liniespektrum.* Extrait in-4° de 51 pages, 2 planches. Helsingfors, 1897.

2742. **Rizzo e V. Balbi.** *Osservazioni meteorologiche fatte nell' anno 1897 all' osservatorio della R. Universita di Torino.* Extrait in-8° de 53 pages. Turin, 1898.

2743. **Rollier, Em.** *Cours d'eau et terres basses.* Vol. in-8° de 244 pages, 1 planche. Bruxelles, 1898.

2744. **Sjögren, Hj.** *Ueber die Thätigkeit der Schlammvulkane in der Kaspischen Region während der Jähre 1885-1887.* Extrait in-8° de 22 pages.

2745. — *Ueber das diluviale, aralokaspische Meer und die nordeuropaïsche Vereisung.* Extrait in-8° de 26 pages. Vienne, 1890.

2746. — *Beiträge zur Geologie des Berges Savelan im nördlichen Persien.* Extrait in-8° de 31 pages.

2747. — *Beiträge zur Kenntniss der Erzlagerstätten von Moravica und Dognacska im Banat und Vergleichung derselben mit den Schwedischen Eisenerzlagerstätten.* Extrait in-8° de 62 pages. Vienne, 1886.

2748. — *Der Ausbruch des Schlammvulcans Lok-Botan am Kaspischen Meere vom 5. Jänner 1887.* Extrait in-8° de 12 pages. Vienne, 1887.

2749. — *Uebersicht der Geologie Daghestans und des Terek-Gebietes.* Extrait in-8° de 22 pages. Vienne, 1889.

2750. — *Ueber die petrographische Beschaffenheit des eruptiven Schlammes von den Schlammvulcanen der kaspischen Region.* Extrait in-8° de 6 pages. Vienne, 1887.

2751. — *Bericht über einen Ausflug in den südöstlichen Theil des Kaukasus, October-November 1889.* Extrait in-8° de 24 pages. Vienne, 1890.

2752. — *Bidrag till Sveriges Mineralogi : I. Nagra ord om Långbanit.* Extrait in-8° de 10 pages. Stockholm, 1891.

2753. — *Meddelande om Nagra nordamerikanska Jernmalmer M. M.* Extrait in-8° de 8 pages. Stockholm, 1891.

2754. — *Preliminära Meddelanden om de Kaukasiska Naftafälten. I. Ofversigt af Apscherons geologi.* Extrait in-8° de 55 pages. 1 carte. Stockholm, 1891.

2755. — *Bidrag till Sveriges Mineralogi : II. Astochit, en ny Led af Amfibolgruppen.* Extrait in-8° de 6 pages. Stockholm, 1891.

2756. — *Om de Svenska Jernmalmslagrens Genesis.* Extrait in-8° de 63 pages. Stockholm, 1891.

2757. — *Bidrag till Sveriges Mineralogi. III. Adelit, ett Basiskt arseniat från Nordmarken och Langban. IV. Svabit, ett mineral af Apatitgruppen från Harstigsgrufvan.* Extrait in-8° de 18 pages. Stockholm, 1892.

2758. — *Bidrag till Sveriges Mineralogi : V. Undersökning af Några mineral från Vermländska Grufvefält.* Extrait in-8° de 11 pages. Stockholm, 1892.

2759. — *Bidrag till Sveriges Mineralogi : VI. Preliminärt Meddelande om Humitgruppens mineral från Nordmarken.* Extrait in-8° de 10 pages. Stockholm, 1892.

2760. — *Preliminära Meddelanden från de Kaukasiska Naftafälten : II. De Tektoniska förhallandena på Halfön Apscheron.* Extrait in-8° de 96 pages, 2 planches. Stockholm, 1892.

2761. — *En ny Jernmalmstyp representerad af Routivare Malmberg.* Extrait in-8° de 11 pages. Stockholm, 1893.

2762. — *Om Vätskeinneslutningar i Gips från Sicilien.* Extrait in-8° de 6 pages. Stockholm, 1893.

2763. — *Några Jemförelser mellan Sveriges och Utlandets Jernmalmslager med Hänsyn till deras Genesis.* Extrait in-8° de 40 pages. Stockholm, 1893.

2764. — *Om Sulitelmakisernas geologi.* Extrait in-8° de 46 pages. Stockholm, 1894.

2765. **Svedelius, G.-E.** *Om Järnets Kritiska Längd- och temperatur-förändringar.* Extrait in-4° de 42 pages, 15 planches.

2766. **Svedmark, E.** *Mikroskopisk Undersökning af Uralitporfyr från Vaksala.* Extrait in-8° de 16 pages. Stockholm, 1876.

2767. — *Halle- och Hunnebergs trapp geognostiskt och Mikroskopiskt Undersökt.* Extrait in-8° de 35 pages. Stockholm, 1878.

2768. — *Mikroskopisk Undersökning af de vid Djupadal i Skåne Förekommande Basaltbergarterna.* Extrait in-8° de 12 pages, 2 planches. Stockholm, 1883.

2769. — *Proterobas i södra och Mellersta Sverige.* Extrait in-8° de 13 pages. Stockholm, 1885.

2770. — *Om granitens och gneisens förhallande till hvarandra i trakten mellan Stockholm och Norrtelge.* Extrait in-8° de 17 pages, Stockholm, 1885.

2771. — *Gabbron pa Radmansö och Angränsande trakter af Roslagen.* Extrait in-8° de 118 pages, 6 planches. Stockholm, 1885.

2772. — *Orografiska Studier inom Roslagen.* Extrait in-8° de 28 pages, 1 carte. Stockholm, 1887.

2773. **Svedmark, E.** *Basalt (doierit) från Patoot och Harön vid Woygattet, Nordgrönland.* Extrait in-8° de 9 pages. Stockholm.

2774. — *Pyroxen- och Amfibolförande Bergarter inom sydvestra Sveriges Urberg.* Extrait in-8° de 21 pages. Stockholm, 1888.

2775. — *Om Uralitporfyrn och Hälleflintan vid Vaksala.* Extrait in-8° de 26 pages. Stockholm, 1888.

2776. **Svenonius, F.** *Om « Sevegruppen » i nordligaste Jemtland och Angermanland samt dess Förhallande till fossilförande Lager.* Extrait in-8° de 16 pages. Stockholm, 1881.

2777. — *Nagra profiler inom Mellersta skandinaviens Skifferområde.* Extrait in-8° de 26 pages, 1 planche. Stockholm, 1885.

2778. — *Om olivinstens- och serpentin-förekomster i Norrland.* Extrait in-8° de 28 pages, 1 planche. Stockholm.

2779. — *Om Berggrunden i Norrbottens Lan och Utsigterna till Brytvärda Apatitförekomster derstädes.* Extrait in-8° de 43 pages, 1 carte. Stockholm, 1892.

2780. **Torell, O.** *Om aflagringarna pa ömse sidor om Riksgränsen uti skandinaviens sydligare Fjelltrakter.* Extrait in-8° de 23 pages. Stockholm, 1888.

2781. — *Apatitförekomsterna i Norrbottens Län och de af sveriges geologiska Undersökning Lemnade bidragen till kännedomen härom.* Extrait in-8° de 12 pages. Stockholm, 1890.

2782. **Törnebohm, A.-E.** *En geognostisk profil öfver den Skandinaviska Fjällryggen mellan östersund och Levanger.* Extrait in-8° de 24 pages, 1 planche. Stockholm, 1872.

2783. — *Ueber die wichtigeren Diabas- u. Gabbro-Gesteine Schwedens.* Extrait in-8° de 32 pages. Stockholm.

2784. — *Om Taberg i Småland och ett par dermed analoga jernmalmsförekomster.* Extrait in-8° de 10 pages, 2 planches. Stockholm.

2785. **Törnqvist S.-L.** *Om några graptolitarter från Dalarne.* Extrait in-8° de 12 pages, 1 planche. Stockholm.

2786. — *Några komparativt-geologiska anteckningar från en resa i Vestergötlands siluromrâde sommaren 1883.* Extrait in-8° de 12 pages. Stockholm.

2787. — *Några Iakttagelser från sommaren 1885 öfver omtvistade delar af Lagfoljden inom Dalarnes siluromrade.* Extrait in-8° de 22 pages. Stockholm, 1886.

2788. **Tullberg, S.-A.** *Förelöpande Redogörelse för Geologiska Resor på Oland.* Extrait in-8° de 19 pages. Stockholm, 1882.

2789. **Van den Broeck, E.** *Le discours de M. Éd. Dupont, consacré à l'évolution et au phénomène de la migration. Étude critique.* Extrait in-8° de 14 pages. Bruxelles, 1899.

2790. **Wallerius, J.-D.** *Undersökningar öfver Zonen med Agnostus Laevigatus i Vestergötland. Jämte en inledande öfversikt af Vestergötlands samtliga Paradoxideslager.* Extrait in-8° de 72 pages, 1 planche. Lund, 1895.

2791. **Westman, J.** *Bidrag till kännedom om Järnglansens Magnetism.* Extrait in-8° de 51 pages, 3 planches. Upsala, 1897.

2° Extrait des publications de la Société :

2792. **Mourlon, M.** *Sur les dépôts tertiaires de la Campine limbourgeoise à l'Ouest de la Meuse.* 14 pages. 1899.(2 exemplaires.)

3° Périodique nouveau :

2793. PARIS. *Revue critique de Paléozoologie.* Organe trimestriel publié sous la direction de M. Maurice Cossmann. I, 1897; II, 1898; III, 1899, 1e f.

Communications des membres :

M. *J. Cornet* présente un travail **Sur le Quaternaire sableux de la vallée de la Haine**, dont les conclusions sont les suivantes :

Il existe sur le versant Nord de la vallée de la Haine, de Gottignies jusque vers le Sud de Wiers, et sur le versant opposé, d'Havré jusque Mons, des dépôts quaternaires formés de sables avec cailloux, sans limon.

En plusieurs endroits (Mons, Baudour, Hautrages), ces dépôts se montrent nettement formés de deux assises bien distinctes, superposées.

Dans l'assise inférieure, on a trouvé des ossements de *Mammouth* (Mons, Baudour), d'où l'on peut conclure à l'âge *campinien* des dépôts qui les renferment. Ces dépôts, d'ailleurs, comme nature et mode de gisement, rappellent bien le Campinien typique de la région de Mons.

Quant à l'assise sableuse supérieure, on peut constater en divers endroits qu'elle passe graduellement à l'ergeron (Quaternaire supérieur de M. Ladrière; facies limoneux du Flandrien de M. Rutot).

Cette assise sableuse supérieure est souvent surmontée de sables remaniés, surtout sous l'influence du vent, en couches plus ou moins continues, et accumulés parfois en véritables dunes.

Au contact de ces sables remaniés superficiels, les sables flandriens présentent souvent une zone durcie et charbonneuse, vestige d'un ancien sol végétal.

Le Campinien du Nord de la Haine est discontinu et localisé dans quelques dépressions du sous-sol. Nos deux cas bien avérés de Campinien (Mons et Baudour) se trouvent à environ 25 mètres au-dessus de la plaine alluviale de la Haine.

Le sable flandrien, au contraire, s'étend uniformément sur toute la région étudiée. Il est, en outre, en continuité, sous les alluvions limoneuses et la tourbe, avec les sables et cailloux du fond de la vallée de la Haine. Toutefois, ces sables du fond de la vallée peuvent aussi comprendre du Hesbayen (Q3ms de la Carte géologique au 40 000e) et du Campinien. Au faubourg du Parc, à Mons, des ossements de Mammouth et de Rhinocéros ont été trouvés dans les graviers de la base.

M. *le Président* remercie M. Cornet pour l'intéressante communication qu'il vient de faire. Ses propres travaux lui permettent d'en confirmer entièrement les conclusions.

M. *Rutot* parle dans le même sens.

E. Van den Broeck. — **A propos d'un travail de M. J.-R. Plumandon, relatif aux poussières atmosphériques**, présenté au IVe Congrès d'Hydrologie, de Climatologie et de Géologie, a Clermont-Ferrand.

La question des *poussières atmosphériques*, si intimement liée à celle des dépôts d'origine éolienne, avait été mise à l'ordre du jour du IVe Congrès d'Hydrologie, de Climatologie et de Géologie, tenu en 1896 à Clermont-Ferrand et dont le compte rendu vient de paraître. Cet intéressant sujet a fait l'objet d'un *Exposé de la question* dû au savant météorologiste de l'Observatoire du Puy-de-Dôme, M. *J.-R. Plumandon* (pp. 381-400 du Compte rendu de la Session).

Nous en extrayons en les résumant, au point de vue qui nous occupe, les données suivantes :

M. Plumandon répartit les poussières en deux grandes classes : les poussières terrestres et les poussières cosmiques. Les premières se subdivisent à leur tour en poussières minérales et en poussières organiques. Les poussières minérales répandues dans l'atmosphère sont surtout fournies par les débris de roches qui forment la surface de notre globe; on y trouve surtout de fins détritus de silex, de quartz, de mica, de feldspath, etc., des chlorures, sulfates, phosphates et carbonates terreux.

Quant aux poussières organiques, ce sont surtout des cellules ou fragments de cellules animales ou végétales. Elles consistent rarement en végétaux inférieurs complets. On y trouve des Diatomées, des Infusoires, etc., mais plus rarement. Seules les poussières minérales provoquent la formation de véritables dépôts terrestres, dits éoliens.

Une méthode ingénieuse a permis à M. *Aitken* de compter dans un centimètre cube d'air le nombre des poussières existantes, et le procédé, quelque étonnant qu'il puisse paraître, est d'une réelle exactitude et a été contrôlé de diverses manières.

L'air extérieur, après la pluie, contient 32000 corpuscules de poussière; par du beau temps, il en fournit 130000. Quant à l'air pris au milieu d'une chambre, il en renferme 1860000, et au plafond d'une chambre, 5420000.

Les vents locaux, surtout ceux qui précèdent les orages, enlèvent du

sol de grandes quantités de poussières, surtout pendant les périodes de sécheresse. On en voit alors l'air visiblement chargé, au point de perdre sa transparence. Sur les routes fréquentées, il s'élève même de véritables flots de poussières, bien connus des promeneurs fuyant devant l'orage. Mais c'est surtout dans les grands mouvements cycloniques de l'atmosphère qui, autrement plus que dans les simples orages, intéressent des étendues considérables, que les poussières minérales sont enlevées et transportées au loin dans des proportions colossales.

Ces ouragans de poussières sont bien connus dans les provinces méridionales de la Russie. Ceux, notamment, qui, en 1893, prirent naissance vers la mer d'Azof, ont enlevé des matériaux du sol sur une épaisseur de 18 centimètres, ont détruit 500 kilomètres carrés de céréales et ont causé de nombreux dégâts dans les gouvernements d'Iekaterinoslaw et de Pultava.

M. Plumandon rapporte que ces tourbillons de terre se transformèrent en légers brouillards, formés de poussières extrêmement fines, qui couvrirent toute la Russie et se diluèrent même jusqu'au Danemark et à la Suède.

Mais c'est surtout dans les contrées exposées à de longues sécheresses que les tempêtes de poussières atteignent leur maximum d'intensité. La région du désert de Gobi est tristement favorisée sous ce rapport, ainsi que les pays environnants : Chine et Turkestan. Le Sahara est aussi une terre classique de tempêtes de sable et de poussières, surtout sur la côte occidentale d'Afrique, d'où se projettent en mer, jusque 800 et 1000 lieues dans l'Atlantique, les éléments terrestres transportés par les vents.

Les brouillards poussiéreux sont si communs entre les îles Açores et les îles du Cap-Vert que les navigateurs et quelques géographes ont donné à cette partie de l'Atlantique le nom de *mer des Ténèbres*. Parfois les chutes de poussières se prolongent durant cinq et six jours consécutifs : un véritable dépôt doit s'accumuler à la longue au gré des courants marins qui font subir un second transport à ces éléments d'origine éolienne.

Les plaines arides des déserts sableux ne sont pas les seuls laboratoires fournissant la matière des phénomènes de transport éolien. Daubrée a montré que les hauts plateaux desséchés des pays chauds peuvent concourir au même résultat. C'est ainsi que les tempêtes atmosphériques avec enlèvement de fines particules du sol ont fini par raser les sommets des montagnes du Thibet et les ont transformés en plateaux caillouteux et graveleux. En contre-bas de ces hauteurs appauvries de leurs

éléments meubles et fins, il s'est formé de vastes plaines de lœss qu'entraînent les eaux fluviales et les crues du Hoang-Ho, qui, en dernière analyse, en font les vases bien connues de la mer Jaune.

M. *Tacchini* a montré que la réaction acide des pluies de poussières du Sahara brûle les végétaux et cause de grandes pertes aux agriculteurs de la Sicile. En Asie, il en est tout autrement : les poussières émanant du désert de Gobi sont fertilisantes et leur apport est favorable aux récoltes du Turkestan et de la Chine. On a prétendu, de même, que la fertilité des plaines de la Limagne est due à l'action des poussières volcaniques de la région du massif central.

Les poussières volcaniques, soulevées à une grande hauteur dans l'atmosphère, peuvent voyager à de grandes distances. M. Plumandon rappelle les cendres de la fameuse éruption de Krakatoa, en août 1883. Ces cendres furent emportées jusqu'à Badseng (250 kilomètres) dans la direction Sud-Est; jusqu'à Singapore (835 kilomètres) dans la direction Nord-Nord-Ouest, et jusqu'à l'île Keeling (1 200 kilomètres) vers le Sud-Ouest. On se souvient qu'un séjour prolongé des fines poussières du Krakatoa a été dénoncé aux yeux du monde entier par la présence de belles lueurs crépusculaires qui se sont manifestées *durant plusieurs années* après l'éruption de 1883, et devenues peu à peu d'intensité décroissante. Ces poussières, qui ont fait plusieurs fois le tour de la terre et qui ont marché avec le vent, animées d'une vitesse s'élevant parfois à 120 et 130 kilomètres à l'heure, avaient été directement projetées par le volcan à une hauteur qui a été évaluée variant de 15 à 20 kilomètres.

Les calculs de *Ferrel* ont établi que des corpuscules dont les dimensions ne peuvent plus être appréciées au microscope, n'éprouvent en atmosphère tranquille et à la pression normale de 760 millimètres qu'une chute de $0^{m}003$ par minute. A 20 kilomètres de hauteur, cette chute est réduite à $0^{m}001$. L'abaissement annuel des poussières lancées par le Krakatoa aurait été seulement de 5 300 mètres.

M. Plumandon fait remarquer que les brouillards secs de 1783 et de 1831, célèbres dans les annales de la météorologie, ont également coïncidé avec des éruptions volcaniques et avec des lueurs crépusculaires d'une intensité et d'une durée anormales.

Les *poussières d'incendies* sont ensuite examinées par l'auteur qui rappelle la pratique, usitée dans quelques parties de la Hollande et de l'Allemagne du Nord, consistant à faire brûler la partie superficielle et tourbeuse du sol, en vue de préparer celui-ci à certaines cultures. Les fumées et poussières émises par cette combustion incomplète sont

transportées au loin par le vent sous forme de brouillards secs et malodorants. Ceux-ci s'élèvent autour de l'aire caractérisée par ce genre de travail, et sont bien connus en Danemark, en Suède, en Hollande, en Belgique et dans le Nord de la France.

Quant aux grands incendies périodiques d'herbes (hautes de 2 à 4 mètres de hauteur) qui ravagent chaque année la moitié du territoire de l'Afrique centrale, ils atteignent environ 80 % du sol des parties soumises à cette action. Divers auteurs s'accordent pour évaluer à 507 millions de tonnes le poids des herbes sèches africaines ainsi brûlées chaque année. Ce chiffre est éloquent lorsqu'on le compare aux 300 millions de tonnes de houille constituant la consommation annuelle globale de la terre.

Lors des célèbres incendies qui, en 1871, partis de la région des Montagnes Rocheuses, traversèrent les États du Nord de l'Amérique et arrivèrent jusqu'aux côtes de l'Atlantique, la fumée et les cendres fines furent charriées par dessus l'Océan et arrivèrent quatre jours plus tard jusqu'à la côte africaine.

L'abondance du *chlorure de sodium* qui existe partout dans l'atmosphère, mais surtout le long des côtes, est due à la pulvérisation des eaux de la mer contre les rivages. Lorsque les gouttelettes aqueuses ainsi formées s'évaporent, il reste en suspension dans les airs de fines particules de résidu salin. Les eaux pluviales y trouvent d'ailleurs l'origine du sel marin dont elles renferment parfois, dans certaines localités, plusieurs grammes par litre.

Les *poussières diverses* renferment quelques types intéressants, énumérés par M. *Plumandon* et dont certaines peuvent donner naissance à de véritables dépôts. Ainsi l'auteur aurait pu citer des faits analogues à celui de la chute de *poussière industrielle* récemment signalée par le *Meteorological Magazine*, qui a décrit une sorte de pluie d'encre qui s'est abattue récemment sur le district de Mullingar, en Irlande, dans le comté de West-Meath, province de Leicester, à une centaine de kilomètres de Dublin. La surface du sol recouverte de cette pluie mesurait près de 1 500 kilomètres carrés. L'obscurité dans les maisons était complète et les oiseaux sont allés se percher comme aux approches de la nuit. La matière colorante était tout simplement de la suie ou du charbon finement divisé, emporté dans les régions supérieures de l'atmosphère par les fumées des nombreuses usines situées dans le Nord de l'Angleterre et dans le Sud de l'Écosse. Cette suie s'était amassée dans les couches élevées pendant une semaine de sécheresse. Un vent violent et humide entraîna les particules de suie en suspension dans

l'air vers des nimbus qui fournirent cette pluie noire si remarquable.

Les *poussières végétales* ne proviennent pas seulement de la décomposition des végétaux, mais aussi de leurs phénomènes reproducteurs, favorisés par le vent. On appelait naguère *pluie de soufre* les chutes de pollen, bien connues en diverses régions.

A certaines époques géologiques, aurait pu ajouter M. Plumandon, il a dû y avoir des pluies de pollen extrêmement nombreuses et développées, au point — comme M. le Prof[r] *Bertrand*, de Lille, a montré que c'était le cas pour l'époque houillère — que l'accumulation des grains de pollen a pu constituer dans certains cas une bonne partie de la matière de certaines couches de charbons spéciaux. Les frustules siliceuses de *Diatomées* fournissent aussi des éléments de transport de cette catégorie.

Parmi les *poussières animales*, on ne peut guère en citer pouvant présenter quelque importance au point de vue du dépôt formé. Cependant, tout récemment les *Comptes rendus* de l'Académie des sciences ont signalé un cas de chute abondante d'organismes fossiles, remarquables non seulement par leur nombre, mais encore par la grande dimension relative des animalcules fossilisés transportés au loin.

Voici ce qu'en disait M. *Lortet*, à la séance du 26 décembre dernier de l'Académie, dans une note intitulée : *Chute de Crustacés ostracodes fossiles observée à Oullens, près de Lyon, le 24 décembre 1898 :*

« Le 24 septembre dernier, à 5 h. 30 du soir, le temps était splendide, l'air absolument calme, le soleil allait disparaître derrière la montagne du Forez, bornant l'horizon occidental. Le ciel prit subitement une teinte jaunâtre tout à fait anormale et semblable à celle qu'il montre certains jours d'hiver, lorsque l'atmosphère renferme des cristaux de neige pulvérulents.

» A ce moment, j'aperçois très distinctement une véritable grêle de petits corps très brillants tombant autour de moi avec une vitesse excessive. Le choc produit par les corpuscules atteignant les feuilles mortes était parfaitement perceptible. Il me fut facile de recueillir sur des feuilles de papier une certaine quantité de ces poussières, que j'attribuai tout d'abord à des cendres volcaniques amenées du Vésuve, alors en pleine activité. Mais un examen microscopique attentif me montra que ces corpuscules étaient tous dus à des valves entières, fossilisées, d'un Crustacé ostracode appartenant très certainement au genre *Cypridinia* de Milne Edwards. »

L'auteur fait remarquer que quelques-unes de ces formes se trouvent aujourd'hui vivant en immenses quantités dans les mers et les canaux

de la Basse-Égypte. De même, certaines espèces fossiles se rencontrent abondamment dans les détritus de puissants affleurements crétacés des déserts environnant le Caire. M. Lortet croit donc pouvoir indiquer l'une ou l'autre région africaine : région du Caire, oasis de Fayoum ou d'autres parties du Sahara, comme la région d'origine des petits Crustacés fossiles tombés à Lyon. Ce qui le confirme dans cette opinion, c'est qu'en mars 1862, des poussières tombées dans la même région ont été recueillies par son père et envoyées à *Ehrenberg*, qui y a reconnu une espèce de Diatomées que le célèbre microgéologue allemand avait reconnues à l'état fossile dans les formations crétacées des régions de la Thébaïde et de Fayoum.

Il convient d'ajouter toutefois que M. *R. Tourtau*, dans une note qui vient d'être publiée dans les mêmes *Comptes rendus* de l'Académie des sciences (nº 9 de la séance du 27 février 1899), conteste la provenance africaine des Ostracodes fossiles dont la chute, à Oullens, avait été observée par M. Lortet.

Les raisons géologiques et météorologiques qu'il donne paraissent péremptoires; mais l'origine de ces curieux organismes n'en reste pas moins à élucider.

Les grandes distances ne doivent jamais être invoquées, du moins à elles seules, contre la possibilité d'origine lointaine. C'est ce que confirment les données fournies par A. de Lapparent (*Traité de géologie*), qui rappelle qu'en 472 les cendres du Vésuve ont été chassées jusqu'à Constantinople, soit à 1 250 kilomètres de leur point d'émission. Cet auteur ajoute que les poussières cendreuses des volcans de l'Islande sont tombées en 1875 jusque dans les rues de Stockholm, après un parcours aérien de 1 900 kilomètres.

Pour en revenir, après cette petite digression, à l'article de M. *Plumandon*, il faut ajouter que sa série des *poussières diverses* comprend enfin les *poussières vivantes*, sur lesquelles il fournit quelques intéressantes données. Ces poussières, qui consistent surtout en spores de cryptogames et de microbes, sont aussi connues sous le nom de *microbes* et de *bactéries*. Cet élément, tout en ne constituant qu'une faible partie de l'ensemble des poussières atmosphériques, n'est cependant pas à négliger, d'autant plus qu'il intervient avec lui une question d'hygiène et de santé publiques. Dans 1 mètre cube d'air recueilli dans le voisinage de l'hôtel de ville de Paris et analysé par M. *Miquel*, le savant micrographe de l'Observatoire de Montsouris, il y a en moyenne 5 100 bactéries et 1 680 moisissures. Dans la banlieue, à Montsouris, ces chiffres tombent à 300 et à 205. En altitude, la dimi-

nution est rapide également. Comme contrastes, on peut signaler les chiffres suivants, extraits d'un tableau fourni par M. Miquel, du nombre de bactéries existant par mètre cube en divers endroits.

L'air de la mer (Océan Atlantique) n'en renferme que 0.6; l'air des hautes montagnes, 1; celui du sommet du Panthéon, 200; de la rue de Rivoli, 3480; des maisons neuves de Paris, 4500; des vieilles maisons de Paris, 36000, et l'air des salles de l'hôpital de la Pitié, 79000!

L'auteur s'occupe ensuite des POUSSIÈRES COSMIQUES, dont, exceptionnellement, certains géologues ont contesté l'existence, nettement confirmée au contraire par beaucoup d'autres hommes de science.

Pour se convaincre qu'il *doit* exister des poussières d'origine cosmique, on n'a qu'à réfléchir, comme nous y engage l'auteur, au nombre considérable de météores et de météorites qui pénètrent continuellement dans l'atmosphère terrestre et qui, s'y enflammant, doivent forcément y laisser les produits poussiéreux de leur combustion. Des calculs basés sur l'observation et sur le rapport existant entre ce que l'on peut constater et l'ensemble du phénomène, montrent que, par vingt-quatre heures, il ne doit pas y avoir moins de 20000000 de météorites pénétrant dans l'atmosphère terrestre et dont une minime partie reste acquise à la masse terrestre sous forme de chutes. En tenant compte des météorites que leurs faibles dimensions empêchent d'observer, sauf avec le télescope qui les révèle, on arrive par le calcul au chiffre total d'environ 400 millions de météorites pénétrant plus ou moins chaque jour dans notre atmosphère. C'est une notion inexacte de la réalité des faits directement observés qui ferait croire ces chiffres exagérés. Ainsi, le Dr Schmidt, d'Athènes, a prouvé qu'un groupe d'observateurs attentifs, observant le ciel dans la même station, peuvent voir apparaître une moyenne de 84 météores lumineux dans l'intervalle d'une heure, *par une nuit quelconque*, étoilée, mais sans lune. Cela fait par jour plus de 2000 météores traversant la petite portion d'atmosphère terrestre observable de la station d'observation, et il ne s'agit ici que des météores les plus apparents et visibles à l'œil nu.

De telles constatations montrent que l'existence de poussières cosmiques n'est pas niable. Dans les analyses faites, elles ne paraissent rares que par contraste avec l'extrême abondance des poussières terrestres.

Dans son chapitre de la *Circulation générale des poussières dans l'atmosphère*, l'auteur passe en revue les grands mouvements généraux dont l'atmosphère est le siège sous forme de courants constants et périodiques. Il rappelle la ceinture qui, suivant la saison de l'année, s'étend

de 50 à 200 lieues de diamètre et qui, un peu au Nord de l'équateur, forme la région des *calmes équatoriaux*. Puis viennent, de part et d'autre de cette bande centrale, les régions des *vents alisés* qui soufflent régulièrement du Nord-Est dans notre hémisphère et du Sud-Est dans l'hémisphère Sud. Ils ont une force constante et modérée, et convergent vers la région centrale précédente. De chaque côté des alisés, vers le 30° de latitude Nord et vers le 30° de latitude Sud, se trouvent les *calmes tropicaux*. Des cyclones d'une rare violence les parcourent périodiquement et provoquent souvent les désastres que l'on sait, en favorisant les phénomènes de transport aérien, qui s'étendent alors aux objets les plus pondéreux.

Puis viennent les régions à climat tempéré des deux hémisphères, parcourus l'un et l'autre par des courants irréguliers, bien que marchant en général de l'Ouest à l'Est.

Les tempêtes à mouvements giratoires qui sont la caractéristique des troubles que nous connaissons sous le nom de dépressions, ne paraissent être autre chose que des cyclones affaiblis et à grand rayon.

Quant aux vents dits *moussons* ou *vents alternes*, qui s'observent surtout dans les régions où de vastes déserts se trouvent à proximité de la mer, ils soufflent, pendant l'été, de la mer vers les terres, et, durant l'hiver, des terres vers la mer.

Les poussières sont entraînées et reprises par ces divers vents qui leur font décrire d'assez larges voyages. M. Plumandon adopte les vues du géologue King et du professeur Langley, d'après lesquels il doit exister dans les hautes régions de l'atmosphère, au delà des limites de la zone de condensation de la vapeur d'eau et dans les zones supérieures d'une sécheresse absolue, une zone de circulation et de persistance pour ainsi dire indéfinies des plus fines poussières de l'atmosphère, alimentée par les poussières qui s'élèvent du sol, par les éruptions volcaniques et par le résidu de l'inflammation des météorites traversant l'atmosphère.

Nous voudrions terminer ici cette analyse de l'intéressant article de M. *Plumandon* qui, dans des chapitres suivants, s'occupe des causes des variations de la proportion des poussières atmosphériques et passe en revue l'influence du soleil, de la sécheresse, de l'humidité, des saisons; mais l'intérêt spécial de l'*action du vent* ne peut être passé sous silence, bien que ce soient surtout les éléments *microbiens* transportés que l'auteur a ici en vue.

Il fait remarquer que l'influence du vent, faible et même peu appré-

ciable quand le sol est humide, devient très efficace lorsque la surface de la terre est sèche et friable.

« La direction, ajoute-t-il, a même une importance capitale s'il se trouve dans le voisinage du lieu considéré un foyer de microbes, une grande ville par exemple. C'est ainsi qu'à Montsouris le vent du Sud, qui vient de la campagne et de la banlieue, n'apporte en moyenne que 42 bactéries par mètre cube d'air, tandis que le vent du Nord en apporte 124, parce qu'il a traversé Paris. L'infection microbienne de l'atmosphère de Paris étant permanente, puisqu'elle est en moyenne chargée de *cinq mille milliards* de germes, en ne considérant qu'une couche d'air de 100 mètres de hauteur, il en résulte que le nombre des microbes que le vent en enlève chaque jour pour les répandre dans la campagne environnante atteint le total prodigieux de 40 milliards. »

En passant en revue l'action de la pluie et de la neige, et l'origine des bactéries de l'air des villes, l'auteur fait bonne justice de cette idée fausse, accréditée depuis longtemps, que l'air des cimetières contribuerait à infecter l'atmosphère, alors qu'il l'assainit, au contraire, au même titre que les jardins publics et les boulevards. D'accord avec M. Miquel, l'auteur signale le fait important à retenir pour l'hygiène publique, que la source principale des microbes charriés par l'air des villes est due à *la boue triturée et desséchée des rues et des voies de circulation.*

L'article de M. *Plumandon* se termine par une étude de l'influence des poussières sur la santé, sujet qui n'est pas du ressort de la Société belge de Géologie, mais l'analyse qui précède suffit amplement pour apprécier tout l'intérêt de ce remarquable exposé.

A la suite de cette analyse, un échange de vues s'établit entre divers membres de la Société au sujet des dépôts éoliens et des circonstances qui en favorisent la production. M. *Van den Broeck* est d'avis que l'*humidité du sol* constitue un facteur paraissant important dans la formation des dunes. Ce n'est pas seulement au bord de la mer que le fait se vérifie, mais encore dans l'intérieur des terres.

Les formations dunales éoliennes que M. Van den Broeck a souvent observées dans la Campine limbourgeoise se trouvent généralement à proximité soit d'un cours d'eau, soit de marais ou marécages dont les eaux, par capillarité, s'élèvent en imprégnant d'humidité les sables environnants. Cette humidité doit certainement jouer un certain rôle dans la fixation du noyau de la dune.

M. *Rutot* a constaté en pleine Flandre, dans les méandres de la Lys,

des paquets de dunes de 25 à 30 mètres de hauteur. La situation topographique de ces dunes confirme l'observation de M. *Van den Broeck*, que la proximité de l'eau ou de l'humidité est indispensable pour retenir et agglutiner les sables et en constituer une dune.

M. *Mourlon* a rencontré en pleine Campine des dunes énormes, d'âge pliocène, présentant l'aspect de véritables collines.

V. Dormal. — **Quelques rectifications géologiques.**

Je n'ai pas écrit la présente note dans un but de polémique ni par esprit de contradiction, mais pour empêcher qu'à l'avenir on ne retombe dans les erreurs qui y sont signalées. Je demande à l'avance pardon à mes meilleurs amis, que je dois forcément mettre en cause.

1° Les roches polissoirs du « Brusel », a Saint-Mard.

Ces polissoirs gigantesques ont été signalés en premier lieu par M. Sondag (1), qui annonce la présence de *quelques gros cailloux de silex rouge.*

M. A. de Loë signale et décrit les mêmes polissoirs (2) et dit : *Ces blocs de grès du terrain jurassique (grès de Virton).*

M. A. Cels (3) : *Dans les prés traversés par le Brusel, se trouvent quatre énormes blocs de grès de Luxembourg*, et en note il indique que ce renseignement lui a été donné par M. le Dr Jacques.

M. Purves (4) les considère *comme les vestiges de l'ancienne extension orientale des couches tertiaires inférieures du bassin de Paris.* La roche, pour lui, est un grès blanc grisâtre ou jaunâtre, très dur, et aucune roche semblable ne s'observe en place dans la région jurassique du Luxembourg. Ces blocs épars sont ici attribués à une assise tertiaire dénudée.

Voilà donc une roche qui devient, suivant les auteurs, du silex, du grès de Virton, du grès de Luxembourg et enfin du grès tertiaire.

Lorsque j'ai effectué la revision de la feuille de Lamorteau-Ruette, j'ai examiné tous les blocs qui se trouvent dans les prairies longeant le Gex-Bois, le bois de Lahan et le bois des Pendus. Ces blocs sont de nature très différente : il y a des blocs en calcaire de Longwy, il y en a d'autres en concrétions siliceuses provenant des schistes d'Éthe et, enfin,

(1) *Ann. de l'Inst. archéol. du Luxembourg*, t. XXIII, p. 324, et t. XXVI, p. 665.
(2) *Ann. de la Soc. archéol. de Bruxelles*, t. X, 1re livr., 1896.
(3) *Bull. de la Soc. d'anthropol. de Bruxelles*, t. XI, p. 83.
(4) Explication de la feuille de Ruette, p. 9.

il y en a qu'on doit rapporter à des grès tertiaires, et à ce nombre appartiennent les blocs polissoirs décrits par MM. Sondag, de Loë, Cels. Ces blocs se trouvent les uns à côté des autres, et il faut un examen très attentif pour les distinguer; les uns et les autres se retrouvent sur une longueur de 3 kilomètres environ.

Cette année, j'ai eu, à différentes reprises, l'occasion d'examiner à nouveau ces blocs, en faisant des études pour l'alimentation de la commune de Saint-Mard en eau potable.

D'autre part, une partie du bois de Lahan était déboisée précisément dans le prolongement Sud du ruisseau du Brusel.

En remontant cette vallée, j'ai retrouvé les mêmes blocs tertiaires épars, mais à la cote 385, ces blocs passent au poudingue; en ce point, la roche paraît être en place; un peu plus haut (cote 390), j'ai retrouvé un bloc présentant une cuvette identique à celles signalées par M. de Loë dans les blocs du trou d'Ario.

Enfin, sur le plateau, j'ai vu une ancienne carrière où l'on exploita jadis ces grès pour l'empierrement des routes. Ces blocs sont enfouis dans du sable blanc jaunâtre et le tout présente un aspect analogue aux sable et grès de l'Entre-Sambre-et-Meuse.

Dans le fond de la carrière, on peut observer le calcaire de Longwy dans un aiguigeois où une source s'engouffre encore actuellement.

Voilà donc les grès tertiaires retrouvés en place avec gravier de base, et ils formaient vraisemblablement un lambeau d'environ 3 kilomètres de long, s'étendant de Stockfontaine au bois de la Côte.

Il me paraît vraisemblable que l'homme néolithique a utilisé les polissoirs de Saint-Mard, non pas dans le fond de vallée où MM. Sondag, de Loë, etc., les ont signalés, mais sur le plateau même, là où j'ai trouvé le cinquième polissoir. On sait, en effet, que l'homme de cette époque habitait de préférence les plateaux.

S'il en est ainsi, les blocs polissoirs de la prairie se trouvaient, à une époque relativement récente, sur les bords du plateau qui couronne le bois communal de Saint-Mard.

La position qu'ils occupent indique d'ailleurs qu'ils ont roulé sur le flanc de la vallée.

2° Les soi-disant sables tertiaires de Marbehan.

En 1893, je publiai une note intitulée : « Un nouveau gîte de sable, stratifié, tertiaire, en Ardenne, » dans les *Annales de la Société géologique de Belgique*, tome XX, page CXI. Je signalai dans cette note l'existence

d'une poche de sable tertiaire sur le territoire de la commune de Mortehan (Semois).

M. Van den Broeck, dans son « Coup d'œil synthétique sur l'Oligocène belge » (*Bull. de la Soc. belg. de Géol., de Paléontol. et d'Hydrol.*, t. VII, p. 246), reproduit un passage de ma note, mais au lieu de Mortehan, il écrit Marbehan.

M. Forir, dans une analyse bibliographique du travail de M. Van den Broeck (*Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXII, bibliographie, p. 7), dit qu'il a eu l'occasion de voir le gisement de Marbehan et qu'il est disposé à le rapporter au Tongrien.

Il existe, en effet, à Marbehan, des sables vers les cotes 360 et 365, mais ces sables, de par les fossiles (*Avicula contorta*, ossements de Sauriens), appartiennent au Rhétique (grès de Mortinsart).

Les sables signalés dans ma note se trouvent à Mortehan et non à Marbehan. Mortehan est situé entre Herbeumont et Cugnon, sur la feuille géologique d'Herbeumont-Chiny, qui est actuellement dans le commerce.

Je signale en passant un dépôt local d'argile plastique à 1 kilomètre environ au Sud de Sugny (feuille de Sugny-Pussemange).

Cette argile pourrait bien appartenir au Tertiaire; toutefois, n'ayant pu étudier les conditions de gisement, je ne puis l'affirmer d'une manière formelle, car elle pourrait être tout aussi bien d'âge liasique.

3° L'Ostrea Marshii.

Dans le tome XXXIII des *Annales de l'Institut archéologique du Luxembourg*, page 259, M. Tandel signale un coquillage fossile trouvé en démolissant l'ancienne tuilerie de Saint-Mard; M. Rutot décrit ce fossile comme une monstruosité de l'*Ostrea Marshii*. M. Tandel ajoute que cette huître provient, selon toute probabilité, de la carrière où l'on extrayait la terre pour l'ancienne tuilerie. Cette carrière, d'après mes constatations, était ouverte dans le niveau à *Harpoceras striatulum*.

La conclusion serait que l'*Ostrea Marshii* se trouve dans la partie supérieure de la marne de Grand-Court. Or il n'en est rien; l'exemplaire signalé est un fossile roulé et tombé du calcaire de Longwy dans la marne sous-jacente. A mon avis, ce n'est pas une monstruosité, mais un fossile abîmé par des effets mécaniques et par les agents de l'atmosphère, et ce fossile appartient au calcaire de Longwy et non à la marne de Grand-Court.

Arlon, 27 décembre 1898.

M. le *Secrétaire général* donne ensuite lecture du résumé ci-après qu'il a fait d'un travail que vient de lui faire parvenir M. F. Sacco sur **L'origine des Paleodictyons**, et destiné aux *Mémoires*.

Depuis plus de cinquante ans, divers auteurs ont signalé l'existence, sur les bancs gréseux de diverses formations géologiques du Piémont, d'impressions régulières et pour ainsi dire géométriques, ayant donné lieu aux interprétations les plus variées, les plus disparates.

L'aspect général est celui d'un lacis ou réseau assez régulier rappelant, mais avec une minime profondeur et avec des cloisons en bourrelets et plus épaisses, les cellules hexagonales construites par les abeilles. La dimension des cavités est tantôt la même que celle des logettes cireuses de l'abeille, tantôt trois ou quatre fois plus grande.

De pareilles empreintes ont été constatées dans les couches paléozoïques du nouveau monde, car on en a rencontré dans certains bancs siluriens du Niagara Group. Le professeur *B. Silliman* les interpréta comme des cavités produites par les mouvements rotatoires sur place d'une accumulation de têtards. Le Dr *M. S. Manross* signala d'ailleurs que des cavités pareilles peuvent être effectivement produites par le mouvement rotatoire de jeunes têtards.

Meneghini, en 1851, étudiant des impressions semblables, observées dans le Nummulitique des Apennins, créa pour elles le genre *Paleodictyon* et décrivit l'espèce unique étudiée par lui : *P. Strozii*. L'analogie de ces empreintes avec certaines formes végétales des genres *Hydrodictyon* et *Halodictyon* les lui fit considérer comme des Algues.

Le professeur Hitchcock, qui dans les Red Shales du Massachusetts signale des empreintes semblables et qui eut l'occasion, lors d'un phénomène d'inondation, d'observer dans un bourbier peu profond des empreintes analogues, qu'il constata en rapport avec la présence de têtards de la *Rana fluviatilis*, nomma ces curieuses dépressions *Tadpole Nest*, constituant des *Tadpole Cities* (villes de têtards!). En 1858, le même auteur appela ces empreintes fossiles Batrachoides, mais il faisait donc remonter jusqu'au Silurien l'apparition des Batraciens.

Des organismes d'aspect analogue, décrits en 1857 par Massalongo, sous le nom d'*Hydradictyopsis* et provenant du Tertiaire supérieur de Senigalli, paraissent différents de Paleodictyon et se rapprochent des formes nommées Hydrodictyon.

Oswald Heer, en 1865, dans son livre classique « Die Urwelt der Schweitz » (Le monde primitif de la Suisse), donna le nom de Paleodictyon (et cela sans savoir qu'il avait déjà été employé pour ces réseaux

réticulés) à des empreintes irrégulières du Lias, du Jurassique et de l'Éocène suisses.

Divers auteurs s'occupèrent successivement des Paleodictyons et d'empreintes similaires, auxquelles divers noms furent donnés.

Le professeur Charles Mayer, parlant de celles de ces empreintes qu'il étudia dans l'Aquitanien, les considère comme dues à la rupture en polygone d'une couche de vase mise à sec et au remplissage de ces fissures par du sable apporté par une nouvelle marée.

M. *Scarabelli*, ayant cherché à reproduire artificiellement ces réseaux réticulés, crut pouvoir infirmer l'hypothèse émise, en 1888, par M. Sacco, que les réseaux réticulés de Paleodictyon pourraient bien avoir une origine inorganique. Il envoya à M. Sacco des empreintes en plâtre montrant assez bien le réseau des Paleodictyons et qui avaient été produites artificiellement au moyen d'un nid de guêpes, qu'on laisse tomber légèrement sur de la boue. M. *Scarabelli* disait qu'il n'était pas loin de supposer que les Paleodictyons dérivassent de nids d'animaux du genre des guêpes ou des abeilles, transportés par le vent sur une plage marine.

Les levés géologiques de M. Sacco dans le bassin tertiaire du Piémont lui ont fait souvent rencontrer dans le Miocène et dans l'Oligocène des plaques gréseuses avec Paleodictyon, et il en décrivit une série d'espèces distinctes. L'auteur, en 1886, émettait l'hypothèse que l'intervention d'un organisme végétal, de la famille de Algues développées dans des bas-fonds marins sablonneux, pouvait peut-être expliquer la formation de ces réseaux réticulés.

Dans un commentaire de ces vues, publié dans l'*Annuaire géologique de 1887* (t. III, p. 218), M. *Zeiller* croit au contraire pouvoir rapporter les Paleodictyons aux Polypiers ou aux Spongiaires. M. de Stefani et d'autres auteurs partagèrent cette dernière manière de voir.

En 1888, M. *Sacco* étudia d'une manière plus approfondie les caractères et la forme des empreintes énigmatiques, leurs variations, etc.

Il émit alors nettement des doutes sur leur origine organique.

Son texte italien littéralement traduit s'exprime ainsi :

« Le long des petits torrents à cours peu rapide, spécialement là où se trouvent de petits bassins peu profonds (soit d'un peu plus de 50 centimètres) ou de petites anses où l'eau présente un mouvement lent et régulièrement rythmé, j'eus souvent occasion d'observer que le fond boueux, sans qu'aucune cause organique, animale ou végétale apparût, présentait l'aspect d'un réseau assez régulier, aux mailles généralement hexagonales, conchoïdales, de la largeur de 3 à 5 centimètres

environ et séparées les unes des autres par des reliefs de la même vase, de manière à rappeler assez bien les faunes de Paleodictyon, particulièrement de *P. tectiforme* et de *P. maximum*.

» Par le desséchement et par la compression de ces fonds vaseux réticulés, la ressemblance indiquée doit probablement augmenter encore.

» Or, si nous considérons que les plaques à Paleodictyon représentent précisément des dépôts formés en mer, mais dans des bas-fonds ou près de littoraux à pente très douce, où l'eau était sujette à un mouvement pas très accentué et régulièrement rythmé, qui pourrait faire sentir son action sur le dépôt même sablono-vaseux du fond, il nous vient naturellement à l'idée que les Paleodictyons seraient seulement le résultat du phénomène physique de la lente et régulière réunion, sous forme de réseau, des particules qui viennent peu à peu constituer les dépôts boueux-sablonneux des bas-fonds marins et d'eau douce, et s'il est surprenant de constater cette disposition régulière à mailles relevées, il est cependant utile non seulement de penser aux reliefs à réseaux réguliers et très curieux qui se forment présentement sous nos yeux dans les conditions susindiquées, mais de considérer encore, dans un autre ordre de phénomènes, la formation des colonnes basaltiques, régulières, presque toujours hexagonales, par un phénomène purement physique. »

En 1895, M. Fuchs, maintenant l'hypothèse d'une origine organique, signale l'analogie d'aspect de certaines de ces empreintes énigmatiques avec des cordons d'œufs de mollusques, tels que ceux du genre *Eolis*, par exemple.

Sans avoir eu connaissance de l'hypothèse ancienne relative au rôle des têtards, M. Sacco, à la suite de certaines observations faites par lui, reprit cette idée, vieille déjà d'un demi-siècle.

Il trouva, en effet, à diverses reprises, occupées par des têtards, les dépressions réticulées déjà antérieurement observées par lui dans des eaux douces, peu profondes et à mouvement lent.

Vu la nature marine des formations géologiques où se trouvent les Paleodictyons, il n'y avait pas lieu naturellement de songer aux têtards. Mais, dit M. Sacco, il lui restait cependant le doute que de petits poissons marins, vautrés en accumulations sur les vases marines peu profondes, pourraient être les architectes de ces réseaux si singuliers.

C'est seulement l'année passée que M. Sacco, désireux d'étudier de plus près le phénomène, put se convaincre définitivement que les têtards viennent simplement se poser dans les cavités qu'ils trouvent

toutes préparées. Pendant la saison d'hiver, il put faire des observations très précises, alors que les têtards n'existaient pas, et, de plus, il lui fut possible d'étudier d'une manière assez détaillée le mécanisme du phénomène.

C'est une sorte de phénomène d'interférence des ondes liquides dirigées à la fois par un mouvement lent et rythmé des eaux et par des conditions de sinuosité des rives, qui produit dans le fond le réseau réticulé dont l'origine finit par apparaître clairement après tant de recherches en divers sens.

Ces mouvements des eaux, dit M. Sacco, ne se limitent pas à la surface de l'eau, mais se propagent aussi à toute la masse aqueuse jusqu'à une certaine profondeur, où ils impriment aux matériaux (limono-sableux, sablono-boueux, sablo-limoneux) du fond un mouvement oscillatoire analogue à celui de la surface. Il s'ensuit que ces matières du fond, au lieu de constituer les ordinaires *Ripple Marks* allongés et subparallèles, donnent naissance, dans certaines conditions déterminées, à un réseau relevé plus ou moins régulier, selon la régularité plus ou moins grande du phénomène, suivant la forme de l'anse considérée, les objets environnants du fond, la forme du fond sablonneux, la forme de la rive voisine, la force du mouvement de la masse liquide.

Ce phénomène se produit assez rapidement, de sorte que si l'on dérange ces réseaux, on les voit se reconstituer peu à peu, en peu de minutes, du moins près de la rive, là où la force de l'onde est le plus accentuée.

L'auteur a réussi à reconstituer mécaniquement le phénomène dans son laboratoire par la simple agitation oscillatoire d'un récipient approprié.

Sa conclusion est que la plus grande partie, sinon la totalité des empreintes décrites comme Paleodictyons ont une origine purement mécanique. Toutefois, il reconnaît que l'on a signalé des empreintes hexagonales réticulées si petites et si régulières qu'elles paraissent plutôt devoir être l'œuvre d'un organisme.

Il attire aussi l'attention sur la proportion d'empreintes irrégulières qui existent à côté de celles, typiques et à allures géométriques, que l'on recueille et que l'on décrit ordinairement comme spécimens.

M. Sacco applique également cette explication de causes purement physiques à plusieurs autres types de reliefs que l'on rencontre dans certaines formations géologiques. Divers *Helminthoidea* seraient dans ce cas.

Les observations sur la formation actuelle d'empreintes en relief par des causes physiques lui ont montré la production de particularités qui, fossilisées, pourraient fort bien rappeler certaines des empreintes énigmatiques qui ont exercé, bien à tort sans doute, la sagacité des paléontologues.

Il a vu se former sous ses yeux des reliefs analogues aux *Desmograpton*, décrits par M. Fuchs pour le Flysch, et considérés par lui comme représentant des séries d'œufs de Mollusques.

Il énumère une série d'empreintes et de contre-empreintes des productions naturelles étudiées par lui et qui ont servi de types à des prétendus genres et organismes les plus divers.

Voici ses conclusions :

Sur les couches gréseuses ou argileuses de diverses formations géologiques, depuis le Silurien jusqu'au Miocène supérieur, on trouve des reliefs rétiformes, plus ou moins réguliers, à mailles pour la plupart hexagonales ou pentagonales, de dimensions variées.

Ces curieux reliefs, connus depuis plus d'un demi-siècle, furent d'abord considérés par le professeur *J. Hall* comme des phénomènes de concrétion et indiqués comme *Knobs* ou « incipient concretiony », considérés par M. Meneghini comme des restes d'Algues céramiées et nommés par lui *Paleodictyon* en 1851. Ils furent interprétés ensuite par Silliman, Mauross et Hitchcock comme l'œuvre de têtards de grenouilles, savoir comme *Tadpole Nest*, constituant des sortes de *Tadpole City*, et nommés *Batrachoides* (Hitchk, 1858). MM. W. von der Marck et Matyasowsky les ont attribués à des *Seeschwämme* (Amorphozoa. Spongiae); comme tels, ils furent appelés *Glinodictyon* par von der Marck en 1863. Ils furent interprétés plus tard par M. Ch. Mayer comme dus à la rupture polygonale d'une couche de vase mise à sec et au remplissage des fissures par du sable apporté par une nouvelle marée et désignés sous le nom nouveau de *Paretodictyon* en 1878. Ils furent comparés plus tard encore, par M. Scarabelli, aux empreintes que pourrait laisser un rayon d'abeilles qui tomberait sur un dépôt limono-sableux. Ils furent interprétés de nouveau en 1887, par M. Zeiller, comme des restes de polypiers ou de spongiaires et, par M. de Stefani, comme des mailles d'éponges caliciformes, pareilles aux *Euplectella*. Enfin, en 1895, par M. Fuchs, comme *Laichschnüre von Schnecken* (c'est-à-dire comme des cordons d'œufs de Mollusques) et réunis à diverses autres impressions en relief, nommées collectivement *Graphoglypton*.

Dès l'année 1888, dans mes notes de *Paleoichnologia italiana*,

j'énonçai l'opinion que ces curieux reliefs rétiformes pouvaient avoir pour origine la simple action du mouvement des ondes d'interférence d'une masse d'eau, douce ou marine indifféremment, sur les fonds sablo-limoneux. Ce phénomène se produirait dans des conditions spéciales de milieu ambiant, relativement tranquille, d'une masse d'eau peu profonde, animée par l'interférence régulière d'ondes agitant la masse liquide.

Aujourd'hui, après dix ans d'observations, soit sur les *Paleodictyon* fossiles rencontrés dans mes levés géologiques, soit sur les reliefs qui se forment journellement sous l'eau dans les anses tranquilles, il me semble que cette interprétation est toujours plus acceptable et, de plus, susceptible d'expliquer aussi l'origine d'autres reliefs fossiles assez étranges, comme les *Urohelminthoidea* Sacc., 1888 (ou *Hercoraphe* Fuchs, 1895); les *Desmograpton* Fuchs, 1895; les *Tropfenplatte,* etc., qui seraient seulement des modalités diverses et intéressantes des *Ripple Marks* bien connues.

Après l'audition de ce résumé de l'intéressant travail de M. Sacco, présenté par M. Van den Broeck, l'impression du manuscrit, avec ses planches, est voté pour les *Mémoires*.

La séance est levée à 11 heures.

ANNEXE A LA SÉANCE DU 21 MARS 1899.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

MELLARD READE Esq. C. E.; F. G. S. — **Dépôts post-glaciaires traversés par le nouveau canal de Bruges.** *(Quarterly Journal of the Geological Society,* août 1898, vol. LIV.)

Frappé par la ressemblance remarquable des couches mises à nu pour les travaux du canal avec les dépôts qu'il avait étudiés autour de Liverpool, M. Reade les soumit à une étude comparative. En Belgique, les dépôts modernes de la Plaine maritime ont été étudiés par M. *A. Rutot,* qui y a reconnu les superpositions suivantes, admises dans la légende de la Carte géologique de la Belgique à l'échelle du 40 000e :

5. Argile supérieure des polders (équivalant au « Marsh Clay » de l'Angleterre).
4. Sable à *Cardium edule.*
3. Argile inférieure des polders.
2. Alternances de sable et d'argile à *Scrobicularia plana.*
1. Tourbe.

La surface de contact entre la tourbe et l'argile est très irrégulière; en certains points, la tourbe est disposée en lits horizontaux non remaniés; dans d'autres, elle est ravinée et remplie postérieurement d'argile à *Scrobicularia,* tandis que plus haut on rencontre de minces couches de tourbe dans l'argile.

Le même mélange d'argile et de tourbe se rencontre à Southport, près de Liverpool (1). Dans l'argile du canal, on a trouvé des *Scrobicularia* dans l'attitude verticale, indiquant que le mollusque avait vécu sur place, tout comme à Formby et Leasowe.

(1) *The Geology and Physics of the Post-Glacial Period, etc.* (PROCEED. LIVERPOOL GEOL. SOC., 1871-1872, pp. 36-88 with 4 maps.)

Les échantillons de l'argile supérieure des polders ou Marsh Clay, et de l'argile à *Scrobicularia plana* furent recueillis et soumis à un examen mécanique et microscopique :

Argile supérieure des polders.

Poids avant le lavage = ... 4 onces	= 1,000
Poids après le lavage :	
Retenu par les mailles de $^1/_{20}$ inch.	0.0005
— — $^1/_{40}$ —	0,0010
— — $^1/_{100}$ —	0,0078
Passant par les mailles de $^1/_{100}$ inch et déposé après repos .	0,3854
	0,3947

Sable, 39 °/₀; argile, 61 °/₀.

On voit par l'analyse qui précède combien les grains qui constituaient les échantillons étaient menus, puisque les mailles ne purent retenir que 0 0093ᵉ du total, et 61 centièmes passèrent par les mailles et ne se déposèrent même pas après repos.

Les matières retenues par les mailles de $^1/_{20}$ inch (1) consistaient en fragments de coquilles, deux petites coquilles hélicoïdes, quelques enveloppes de graines, quelques grains de sable et des cristaux de calcite, agrégés en forme de poire ou de sphère. Les mailles de $^1/_{40}$ inch fournissent des grains de calcite plus petits, des grains de quartz arrondis et polis, et des fragments de coquilles très minces et très brillants. Les résidus des mailles de $^1/_{100}$ inch renferment une plus grande quantité de grains de quartz, des grains de calcite, des fragments de coquilles, des paillettes de mica, quelques foraminifères et des fibres végétales. Les fragments de coquilles étaient constitués par des lamelles et des parties d'hélices à rayon très petit.

Les mailles de $^1/_{100}$ inch ont laissé passer 38 °/₀ du total.

Le résidu était constitué par une poudre grise, presque entièrement composée de grains de quartz ayant à peu près tous le même volume, et parmi ceux-ci beaucoup étaient très arrondis et parfaitement polis.

Le Dr *G. Hinde* a examiné les différents échantillons fournis par le lavage.

Au sujet de celui de $^1/_{100}$ inch, il dit : L'échantillon contient quelques fragments de spicules d'éponges tétractinellides, devenus blancs ou transformés en silice cristalline, ayant leur canal axillaire

(1) $^1/_{20}$ inch (pouce) correspond à $1^{mm},27$; $^1/_{100} = 0^{mm},254$.

rempli de matières étrangères, et qu'il faut évidemment considérer comme provenant de couches crétacées. L'échantillon qui a passé par les mailles de $^1/_{100}$ inch contient des fragments de spicules d'éponges monactinellides, d'un aspect récent, provenant probablement des formes encore vivantes ou tout au plus d'âge tertiaire; en tout cas, elles sont beaucoup plus récentes que les fragments de spicules blanchâtres.

Un échantillon d'argile fut soumis à M. *Joseph Wright*, de Belfast, pour l'étude des Foraminifères.

Voici le résultat de cet examen :

Argile supérieure des polders.

Poids : 5,6 onces troy. Après le lavage : menu, 0,8 once; grossier, 0,004 once. Un fragment anguleux. Foraminifères abondants.

LISTE DES FORAMINIFÈRES.

* *Textularia globulosa*, Ehr (1). Rare.
Bolivina plicata, d'Orb. Rare.
* *Lagena globosa* (Mont.). Très rare.
— *Williamsoni*, Alcock. Très rare.
* *Uvigerina angulosa*, Will. Très rare.
Globigerina bulloides, d'Orb. Rare.
Discorbina Wrightii, Br. Rare.
* *Truncatulina lobatula* (W. et J.). Abondant.
* *Rotalia Beccarii* (Linn.). Rare.
* *Nonionina depressula* (W. et J.). Très abondant.
* *Polystomella striato-punctata* (F. et M.). Abondant.

Environ 300 spécimens de *Nonionina depressula* furent trouvés dans cet échantillon; les dix autres espèces ne fournirent que 40 spécimens. On trouve aussi quelques mollusques, entre autres deux spécimens de *Limnæa peregra* et quatre de *Zonites nitidulus*, des coquilles d'eau douce et terrestres, les dernières entraînées par les eaux fluviales.

Sable à Cardium.

Ce sable était grisâtre, fin et renfermait des grains de quartz, quelques grains calcareux arrondis et aussi quelques grains de glauconie. La plupart des grains de quartz étaient bien arrondis. Le sable présentait en grande quantité des coquilles de *Cardium edule* et beaucoup de

(1) Les espèces de Foraminifères qui, dans cette liste et les suivantes, sont marquées d'un astérisque, ont déjà été signalées dans des dépôts similaires à Ostende, qui paraissent appartenir à la même *Argile des polders*. Voir VAN DEN BROECK, *Ann. de la Soc. belge de microsc.*, vol. III, 1877, pp. CXVI-CXXI.

fragments de coquilles, dont quelques-uns très minces et très petits. Il y avait aussi beaucoup de spicules d'éponges et des épines d'Echinus.

M. Wright dit au sujet de ce sable :

Poids du spécimen : 9,5 onces troy; après lavage, 8,3 onces; sable fin. Le résidu était entièrement constitué par quelques coquilles de *Cardium*. Les Foraminifères sont très abondants. Les Ostracodes sont fréquents.

LISTE DES FORAMINIFÈRES.

Biloculina depressa, d'Orb. Deux spécimens bien développés.
Spiroloculina acutimargo, Brady. Un exemplaire typique.
Miliolina trigonula (Lam.). Rare.
— *oblonga* (Mont.). Abondant.
* — *seminulum* (Linn.). Abondant.
— *Auberiana* (d'Orb.). Abondant.
* — *subrotunda* (Mont.). Très abondant.
— *seminuda*, Reuss. Rare.
— *bicornis* (W. et J.). Rare.
— *Boueana* (d'Orb.). Très rare.
* *Trochammina inflata* (Mont.). Très rare.
Cornuspira involvens, Reuss. Très rare.
Textularia gramen, d'Orb. Un très petit exemplaire.
* *Textularia globulosa*, Ehr. Abondant; pourrait être remanié de la craie.
Bulimina pupoides, d'Orb. Très rare.
* *Bulimina elegantissima*, d'Orb. Très rare.
Bulimina sp. Quelques petits exemplaires douteux, probablement remaniés de la craie.
* *Bolivina punctata*, d'Orb. Abondant.
— *plicata*, d'Orb. Très abondant.
— *obsoleta*, Eley. Très rare.
Cassidulina crassa, d'Orb. Très rare.
* *Lagena lævis* (Mont.). Très rare.
— *lineata* (Will.). Abondant.
— *Williamsoni* (Alcock). Rare.
— *hexagona* (Will.). Très rare.
* — *marginata* (W. et B.). Rare.
* — *lucida* (Will.). Très rare.
— *Orbignyana* (Seguenza). Très rare.
— *bicarinata* (Terq.). Très rare.
Cristellaria crepidula (F. et M.). Un grand exemplaire.
Polymorphina gibba, d'Orb. Très rare.
Polymorphina lanceolata, Reuss. Très rare.
Polymorphina rotundata (Born.). Très rare.
* *Uvigerina angulosa*, Will. Abondant.
Globigerina cretacea, d'Orb. Abondant; probablement remanié de la craie.
Orbulina universa, d'Orb. Rare; exemplaires très petits.
Patellina corrugata, Will. Très rare.
* *Discorbina globularis* (d'Orb.). Très rare.
— *rosacea* (d'Orb.). Abondant.
— *orbicularis* (Terq) Très rare.
— *Wrightii*, Brady. Très abondant.
— *Bertheloti* (d'Orb.). Très rare.
Planorbulina mediterranensis, d'Orb. Rare.
* *Truncatulina lobatula* (W. et J.). Très abondant.
Pulvinulina Menardii (d'Orb.). Très rare.
— *Hauerii* (d'Orb.), sp. Très rare.
Pulvinalina patagonica (d'Orb.) (?). Un seul petit exemplaire.
Pulvinalina, sp. aff. *auricula* (F. et M.). Un seul petit exemplaire.
* *Rotalia Beccarii* (Linn.). Très abondant.
* *Nonionina depressula* (W. et J.). Extrêmement abondant.
* *Nonionina Boueana*, d'Orb. Rare.
* *Nonionina scapha* (E. et M.). Deux grands exemplaires.
Polystomella crispa (Linn.). Très rare.
— *macella* (F. et M.). Rare.
* *Polystomella striato-punctata* (F. et M.). Extrêmement abondant.

M. Wright observe que le sable qui fournit ces foraminifères est très fin et totalement dépourvu de fragments grossiers, et qu'après le lavage à travers un tamis à mailles larges, il ne restait que quelques coquilles de *Cardium edule*. A la surface de l'eau de lavage, on récolte trois spécimens d'*Hydrobia ulvae* et quelques coquilles jeunes d'autres mollusques. Généralement les Foraminifères et les Ostracodes se trouvaient dans un bon état de conservation, malgré que les couches dans lesquelles ils avaient été déposés fussent très perméables à l'eau. Les spécimens de *Globigerina cretacea* provenaient probablement de couches anciennes, de même que les spécimens de *Textularia globulosa* et quelques petites *Buliminae*, mais la plupart de ces organismes microscopiques avaient vécu sur place. On ne trouve que deux spécimens de *Trochammina inflata*, mais ils étaient si fragiles qu'ils se brisèrent au toucher, probablement par suite de leur constitution arénacée. On trouva quelques spécimens de Diatomées, parmi lesquelles les espèces suivantes : *Triceratium favus*, *Eupodiscus Argus* et *Actinoptychus repens*. Il y avait, en outre, quelques spécimens d'Échinodermes.

Les Ostracodes furent montés sur une plaque et soumis au professeur G. S. Brady, qui a bien voulu m'envoyer la liste suivante des espèces qu'il est parvenu à identifier :

LISTE DES OSTRACODES.

* *Cythere confusa* (1), Brady et Norman.	*Eucythere declivis* (Norman).
* — *pellucida*, Baird.	*Loxoconcha impressa* (Baird).
* — *porcellanea*, Brady.	— *fragilis*, Brady.
— *Macallana*, Brady et Robertson.	— *tamarindus* (Jones).
— *oblonga*, Brady.	* *Cytherura angulata*, Brady.
* — *villosa*, Sars.	* — *striata*, Sars.
— *lutea*, Müller.	* — *gibba* (Müller).
— *albomaculata*, Baird.	* — *cellulosa* (Norman).
— *Robertsoni*, Brady.	*Cytherideis subulata*, Brady.
Cytheridea punctillata, Brady.	*Cytheropteron*, sp.?

Le professeur Brady ajoute : Les Ostracodes sont tous de provenance marine et presque identiques avec ceux que l'on récolte sur la côte du Northumberland, dans la boue des estuaires ou des endroits situés entre les niveaux extrêmes des marées. Quelques-unes des listes de ces endroits pourraient être substituées sans variations à celle provenant du sable à *Cardium*.

(1) Les espèces marquées d'un astérisque dans la liste ci-dessus ont été signalées dans des vases d'estuaire, etc., en Hollande, aux environs de l'Escaut et de la Meuse.

Argile à Scrobicularia plana, reposant sur la tourbe (1).

Une analyse mécanique de cette argile fournit les résultats suivants :

Poids avant le lavage = ...	3 onces =	1,000
Poids après le lavage :		
Retenu par les mailles de $^1/_{20}$ inch		0,0069
— — $^1/_{40}$ —		0,0069
— — $^1/_{100}$ —		0,0208
Passant par les mailles de $^1/_{100}$ —		0,7916
		0,8262

Argile, 18 %.

Le Dr Hinde observe : Les spicules d'éponge ne constituent qu'une portion insignifiante de l'échantillon; je n'ai trouvé qu'une douzaine de fragments dans la portion retenue par les mailles de $^1/_{100}$ inch; ce sont pour la plupart des spicules trifides d'éponges tétractinellides, ressemblant à celles du genre vivant *Geodia*. Ces spicules sont actuellement opaques ou blanchâtres, comme les spicules que l'on trouve dans le Senonien d'Allemagne ou dans l'*Upper Greensand*, où ces formes sont très communes. L'auteur est porté à croire que les spicules fournis par le canal de Bruges proviennent de couches crétacées; il a trouvé en outre un spicule dermal et un spicule de squelette d'une éponge lithistide ayant le même aspect ancien que les précédentes.

Dans le résidu récolté après le lavage par déposition, on trouve quelques spicules dermaux, globulaires de *Geodia*, présentant le même aspect que les spicules trifides. Il y avait, en outre, quelques fragments pointus, provenant probablement d'éponges monactellides, qui présentaient encore l'aspect vitreux des spicules récents ou tertiaires. Il est probable que les derniers sont du même âge que les Diatomées et les Foraminifères. Quelques-unes des Diatomées sont pyritisées comme celles que l'on trouve dans le *London Clay* du comté de Kent. M. M. Reade a aussi observé des prismes détachés de coquilles d'*Inoceramus*, que l'on rencontre dans la Craie, que l'on pourrait confondre

(1) M. *A. Rutot* divise avec raison ce que M. Reade appelle « argile à Scrobicularia » en deux parties, nettement superposées. L'inférieure, la plus importante, comprend des alternances de sable et d'argile (*alr2* de la légende de la Carte géologique); la supérieure est l'argile inférieure des polders (*alp1* de la légende). Les *Scrobicularia* se rencontrent principalement dans le terme inférieur.

avec des spicules brisés. Il y avait aussi quelques épines brisées d'Échinodermes qui avaient conservé une apparence très fraîche.

M. Wright signale dans cette argile les Foraminifères dont la liste suit :

Poids : 8,7 onces troy. Après le lavage, 3,1 onces; résidu fin. Foraminifères abondants.

LISTE DES FORAMINIFÈRES.

* *Trochammina inflata* (Mont.). Très abondant.
* *Textularia globulosa*, Ehr. Abondant.
Bulimina pupoides, d'Orb. Très rare.
* — *elegantissima*, d'Orb. Rare.
* *Bolivina punctata*, d'Orb. Rare.
— *plicata*, d'Orb. Très rare.
— *obsoleta*, Eley. Très rare.
Cassidulina crassa, d'Orb. Très rare.
* *Lagena globosa* (Mont.). Rare.
* — *lævis* (Mont.). Abondant.
* — *clavata* (d'Orb.). Abondant.
* — *sulcata* (W. et J.). Très rare.
— *Williamsoni* (Alcock). Abondant.
* — *squamosa* (Mont.). Rare.
* — *lævigata* (Reuss). Abondant.
— *Orbignyana* (Seg.) Très rare.
* *Nodosaria communis*, d'Orb. Très rare.
* *Cristellaria acutauricularis* (F. et M.). Très rare; grand spécimen.
* *Polymorphina lactea* (W. et J.). Abondant.
Polymorphina lanceolata, Reuss. Rare.
* *Uvigerina asperula*, Cz. Très rare.
* — *angulosa*, Will. Rare.
Globigerina bulloides, d'Orb. Un très petit exemplaire.
Orbulina universa, d'Orb. Rare; exemplaires très petits.
Discorbina Wrightii, Br. Abondant.
* *Truncatulina lobatula* (W. et J.). Rare.
* *Pulvinulina Micheliniana* (d'Orb.). Très rare.
* *Rotalia Beccarii* (Linn.). Très abondant.
* *Nonionina depressula* (W. et J.). Extrêmement abondant.
Nonionina scapha (F. et M.). Très rare; grands exemplaires.
Nonionina Boueana, d'Orb. Très rare.
* *Polystomella striato-punctata* (F. et M.). Extrêmement abondant.

Nonionina depressula et *Polystomella striato-punctata* se trouvent en très grande abondance (17 000 spécimens de la première et 3 000 environ de la seconde). Les autres 30 espèces ne fournissent que 250 spécimens. Les résidus de lavage qui ont fourni ces chiffres ne pesaient que 2 $^1/_2$ grains.

Les Diatomées dont les noms suivent étaient aussi très abondants dans l'argile : *Triceratium favus, Eupodiscus Argus, Actinoptychus splendens.*

Toutes les espèces de Foraminifères, à l'exception de *Cristellaria acutauricularis, Uvigerina asperula* et *Bolivina obsoleta* se rencontrent sur les côtes des îles Britanniques.

PHYSIOGRAPHIE DES DÉPÔTS ET COMPARAISON AVEC LES COUCHES POST-GLACIAIRES DU LANCASHIRE ET CHESHIRE.

Les couches du canal de Bruges, par suite de leur succession régulière, de leur nature et de leur faible inclinaison, paraissent s'être déposées sur une surface continentale, en voie de descente et recouverte par une mer peu profonde.

La succession des couches montre que leur première apparition commence avec une légère submersion de la tourbe et un dépôt d'argile qui permet toutefois la croissance de la tourbe, de sorte que celle-ci est en partie contemporaine de l'argile (1). On peut aussi, de cette manière, s'expliquer l'interstratification des deux formations et leurs surfaces irrégulières. Après que le sol eut continué à baisser, l'argile à *Scrobicularia* seule se dépose et forme, d'après le Service géologique de Belgique, des couches de 1 à 6 mètres d'épaisseur.

C'est dans ces dépôts que le *Scrobicularia plana* (*Scr. piperata*) se développe entre les niveaux extrêmes des marées, comme nous le voyons encore de nos jours dans les boues de l'estuaire de la Mersey.

Le niveau de la plaine submergée fut ensuite surélevé par le dépôt d'argile, et dans les bas-fonds de la mer se dépose, par place, l'argile inférieure des polders, un lit ayant à peine 1 mètre d'épaisseur. C'est au-dessus de ceux-ci que se dépose le sable à *Cardium* si riche en microzoaires et en fragments de *Cardium edule*. Cette couche de sable, qui, selon le Service géologique de Belgique, est épaisse de 2 à 3 mètres, est un dépôt marin ou d'estuaire qui s'est formé dans une eau plus profonde que la couche précédente et que la couche qui le surmonte.

Le niveau du fond de la mer se relève une seconde fois par le dépôt des sables et par le dépôt de l'argile supérieure des polders, et c'est sur le bord de ceux-ci que se formèrent les dunes et que furent construites les digues artificielles (2).

L'examen microscopique de ces argiles et de ces vases d'estuaire montre que la plus grande partie des matériaux qui les constituent proviennent plus ou moins directement des couches tertiaires voisines. On peut les distinguer de celles-ci par la présence des foraminifères marins et d'estuaires et d'autres microzoaires appartenant à des espèces actuelles.

Ce qui a le plus frappé l'auteur dans l'étude de ces dépôts, et leur comparaison avec ceux indiqués sur la carte du Nord-Ouest du Lan-

(1) M. A. *Rutot* ne partage pas cette manière de voir. Les sables *alr2* de la légende de la Carte géologique sont exclusivement marins et sont nettement superposés à la tourbe, qu'ils ont ravinée. La tourbe qui se rencontre dans les sables *alr2* est incontestablement remaniée. On sait que l'invasion marine ayant déposé le sable et l'argile à *Scrobicularia* date du commencement du IVe siècle de notre ère. Elle concorde avec la fin de la domination romaine en Gaule.

(2) Il doit être entendu que M. *Rutot* n'admet pas la genèse des dépôts de la Plaine maritime telle qu'elle vient d'être relatée d'après M. Reade. M. Rutot a publié depuis 1897 des travaux sur ce sujet, qui semblent inconnus à M. Reade, attendu qu'il ne fait aucune mention de ces travaux ni de leur auteur.

cashire et du Cheshire, c'est leur grande extension sur des surfaces à peu près horizontales.

Il serait impossible, en Angleterre, d'établir, même par une série de sondages systématiques, l'existence d'une série aussi régulière que celle qui a été fournie par les travaux des géologues belges.

Pour ce qui regarde l'âge des dépôts, toutes les couches formées dans des estuaires sont plus récentes que la tourbe, qui représente l'ancienne surface continentale, et cette tourbe est d'un aspect plus récent que la tourbe du *forest bed* du Lancashire et du Cheshire. Elle se rapproche davantage de la tourbe vers l'intérieur des terres, près de Altcar et de Martin Mere (1). V. D. W.

H.-E. Sauvage. — **Le Mammouth dans la partie Sud de la mer du Nord** (2).

Les chalutiers qui exercent leur industrie dans la partie méridionale de la mer du Nord et dans le détroit qui sépare la France de l'Angleterre recueillent parfois dans leurs engins des débris d'animaux appartenant à la faune quaternaire, tels que le Mammouth et le Grand Bœuf.

« Entre Douvres et Calais, écrit d'Archiac, règne un bas-fond ou crête sous-marine formée par la craie et appelée *warn;* elle court parallèlement aux deux côtes. Sur les flancs escarpés de cette petite chaîne sous-marine il y a des gouffres profonds... ; c'est dans ces excavations que se trouvent des ossements de mammifères (3). » Lyell constate, de son côté, « qu'il est bien connu que dans beaucoup d'endroits et notamment sur les côtes de Hollande, on a retiré de cette mer sans profondeur des défenses et autres ossements d'éléphant (4). »

Dans son mémoire sur les éléphants fossiles d'Angleterre, M. Leith

(1) Il est parfaitement établi que cette tourbe a commencé à se former immédiatement après les dépôts du Flandrien et qu'elle a cessé de se former dès l'invasion marine.

(2) Au lieu d'une analyse de l'intéressante étude de M. le Dr Sauvage, qui vient d'être publiée en brochure à Boulogne-sur-Mer, nous en fournissons le texte intégral, des plus utiles pour la discussion de la géographie physique quaternaire de régions si intimement liées dans leur histoire à celles qui intéressent les géologues belges.

(3) *Histoire des progrès de la Géologie*, t. II, 1re partie, p. 128.

(4) *Antiquité de l'homme*, p. 178.

Adams indique « qu'une grande quantité d'os et de dents de Mammouth a été draguée au Nord du Dogger-Bank avec des restes d'autres animaux de la faune pleistocène; une importante collection formée par M. Owles et acquise par le British Museum renferme tous les degrés de développement du Mammouth, du jeune âge à l'adulte. De nombreuses dents et défenses sont draguées par les chalutiers et les pêcheurs d'huîtres de Yarmouth, de Harwich et d'autres ports. Le canal de Brightlinge a également fourni de nombreux débris d'*Elephas primigenius*. Le docteur Bree, de Colchester, possède une collection de restes de Mammouth recueillie à dix milles de Dunkerque; en ce point, le fond de la mer renferme tant de débris de mammifères que les pêcheurs le nomment le Champ mortuaire (*Burying ground*). Les trouvailles dans le canal anglais ne sont pas aussi abondantes, mais cependant des dents de Mammouth ont été recueillies près de Torquay, Devonshire, dans une forêt submergée; une mandibule garnie de ses dents a été draguée dans le port de Holyhead; un humérus a été trouvé dans la baie de Galway, point extrême à l'Ouest de la distribution du Mammouth en Europe (1). »

M. Leith Adams figure quelques dents et ossements d'*Elephas primigenius* recueillis dans la partie Sud de la mer du Nord, savoir : une pénultième vraie molaire et une première vraie molaire provenant du Dogger-Bank, et ayant respectivement $0^{m},110$ et $0^{m},155$ de long; une première vertèbre dorsale recueillie en face de Lowestoft (Suffolk) est rapportée avec doute au Mammouth (2).

Dans la carte de la distribution géographique de ce mammifère en Grande-Bretagne, M. Adams signale le Mammouth comme recueilli en mer depuis Wilton, près de Cromer, jusque dans les parages du Kent et, dans la Manche, près de l'île de Wight (3).

Evans (4) signale à Folkestone, au sommet de la falaise occidentale, la présence de l'*Elephas primigenius* associé à *Hippopotamus major* et à d'autres mammifères. Dans le comté de Kent, près de Stadhill, on recueille, d'après le même auteur, des défenses et des ossements de Mammouth quand la falaise vient à s'écrouler. « Parfois les filets des pêcheurs ramènent des défenses d'éléphant, et l'une d'elles a été pêchée à quelque distance de la côte, au large de Reculver. »

(1) *Mon. of the British fossil Elephants.* (PALEONT. SOC., t. XVIII.)
(2) *Loc. cit.*, pl. IX, fig. 1; pl. XI, fig. 2; pl. XVII, fig. 7.
(3) *Id.*, pl. XXVIII.
(4) *Les Ages de la pierre*, pp. 597, 599.

Prestwich fait remarquer que les couches à *Elephas* de Sangatte sont identiques à celles de Brighton, qui ont également fourni des débris de Mammouth.

Dans un important mémoire sur le tertiaire supérieur du bassin anglo-belge (1), M. F.-W. Harmer montre que les couches de Cromer « représentent une phase avancée de l'époque pliocène, pendant laquelle presque toute l'Angleterre orientale a surgi définitivement de la mer pliocène... De la Hollande jusqu'à Norfolk, au moins, le bassin de la mer du Nord fut transformé en terre, tandis qu'un estuaire occupait une position analogue à celle de l'argile de Chillesford, mais un peu plus à l'Est. Le fleuve qui se jetait dans cet estuaire venait du Sud... En faisant une reconstitution hypothétique des conditions physiques de l'ère pliocène dans l'Europe septentrionale, nous trouvons trois traits bien distincts qui nous sautent aux yeux : le fleuve du Rhin, le bassin de la mer du Nord et le refroidissement graduel du climat qui, à partir des premiers temps du Pliocène supérieur, paraît annoncer l'approche de l'ère glaciaire. »

Nous avons dit plus haut que le Mammouth avait été recueilli près du Dogger-Bank; or M. Van Beneden a trouvé en ce point une accumulation de roches d'apport fluvial paraissant venir du Quaternaire campinien, ce terrain compris comme l'ont fait MM. Van den Broeck et Rutot; or ce terrain est, en Belgique, le niveau de l'*Elephas primigenius*.

Il n'est, dès lors, pas douteux que les débris de Mammouth que l'on recueille dans le Sud de la mer du Nord ne proviennent du démantèlement de la terre qui réunissait la Grande-Bretagne au continent (2); les restes de l'éléphant se trouvent surtout sur le cours du fleuve qui, continuant le Rhin actuel, allait se jeter en Angleterre, près de Walton (3).

Le Mammouth a été trouvé dans les dépôts quaternaires des deux côtés du détroit, et ce près des côtes.

Sans citer la présence de l'*Elephas primigenius* à Arques, près de Saint-Omer, à Pihen et à Balinghen, près de Guines, notons que le Mammouth a été recueilli dans les dépôts de la plage soulevée de

(1) *Les dépôts tertiaires supérieurs dans le bassin anglo-belge.* (BULL. DE LA SOC. BELGE DE GÉOLOGIE, t. X, p. 315, 1898.)

(2) PRESTWICH, *On the evidence of a submersion of Western Europe.* (PHIL. TRANS., t. CLXXXIV, 1893.)

(3) Cf. HÉBERT, *Histoire géologique du canal de la Manche.* (C. R. AC. SC., t. XC, 1880.) — LYELL, *Op. cit.* — PRESTWICH, *Loc. cit.*

Sangatte, près Calais, et à Boulogne même, dans une poche quaternaire traversée par la ligne du chemin de fer de Calais.

L'étude des dents de Mammouth que possède le musée de Boulogne et qui ont été recueillies par nos chalutiers n'est pas sans un certain intérêt.

Les dents provenant du Quaternaire des environs de Saint-Omer et de Guines présentent à un haut degré les caractères du Mammouth, et nous pouvons les considérer comme typiques; les lamelles sont nombreuses et serrées. Une dent recueillie à Arques a cependant les lamelles plus espacées, plus onduleuses, et ce même caractère se remarque sur les dents draguées dans la mer du Nord et dans le détroit du Pas-de-Calais.

Du quaternaire d'Arques, près de Saint-Omer, le musée de Boulogne possède quelques dents; M. E.-T. Hamy a recueilli des molaires de Mammouth dans le diluvium de Balinghen, près de Guines (Pas-de-Calais).

Pour des dents provenant de la mâchoire supérieure, nous comptons de douze à treize lamelles dans une longueur de $0^{m},10$; pour des dents de la mandibule, de douze à quatorze lamelles à la surface triturante.

Le musée de Boulogne possède un certain nombre de dents, deux mandibules et un tronçon de défense de Mammouth trouvés dans le détroit et dans la partie Sud de la mer du Nord; ce sont :

1° Un tronçon de défense dragué au Banc-Sapin, près de Boulogne, avec des ossements de *Bos primigenius*. Cette défense, dont la courbure est très accentuée, a suivant la courbe $1^{m},180$ de long; distance en ligne droite entre les deux extrémités $0^{m},60$; épaisseur à chaque extrémité $0^{m},080$ et $0^{m},045$;

2° Fragment de défense trouvée dans le détroit (1);

3° Dernière dent de la mandibule du côté gauche, individu adulte. Longueur, $0^{m},260$; hauteur, $0^{m},150$. Six lamelles très usées à la surface triturante, suivies de quinze séries de tubercules. Détroit du Pas-de-Calais;

4° Fragment de molaire draguée dans le détroit;

5° Dent de la mâchoire supérieure. Longueur, $0^{m},190$; hauteur maximum, $0^{m},180$; à la surface triturante, dix lamelles sur une longueur de $0^{m},090$. Dragué dans le Nord-Nord-Ouest du Galoper;

(1) Une défense de 11 pieds de long a été pêchée entre Dungeness et Boulogne. E. SAUVAGE et HAMY, *Étude sur le terrain quaternaire du Boulonnais.*)

6° Le musée de Boulogne a fait récemment l'acquisition d'une molaire de Mammouth qui aurait été trouvée à la côte, près de Boulogne, à Audresselles. La dent étant dans un très bel état de conservation, ne peut provenir de loin en mer, de telle sorte que nous doutons de sa provenance exacte. Quoi qu'il en soit, cette dent, mandibule du côté droit, a $0^m,300$ de long; la hauteur maximum est de $0^m,160$; largeur maximum de la surface triturante, $0^m,070$; longueur de la surface triturante, $0^m,150$; treize lamelles dentaires, les quatre dernières formées de gros tubercules; dix lamelles dans une longueur de $0^m,10$;

7° Mandibule draguée par le travers d'Ostende, entre North Hinder et West Hinder. Longueur du bec symphysaire, au sommet de l'apophyse coronoïde, $0^m,570$; hauteur en ce dernier point, $0^m,290$; hauteur au niveau de la première vraie molaire, $0^m,175$; hauteur au niveau antérieur de la seconde molaire, $0^m,125$; écartement entre les premières molaires, en avant et à leur partie antérieure, $0^m,080$; écartement entre les dernières molaires, à leur partie postérieure et interne, $0^m,245$. Longueur de la première molaire, $0^m,080$; largeur en arrière, $0^m,065$; neuf lamelles dentaires. Longueur des deux dernières molaires, $0^m,155$; largeur maximum, $0^m,070$; douze lamelles et sept rangées de gros tubercules disposés en séries; lamelles et tubercules peu usés;

8° Mandibule. Indication au catalogue : Trouvé dans les travaux du bassin à flot de Boulogne, don de M. Bouchard-Lemaire. Nous pensons que cette indication est inexacte; la mâchoire en question est recouverte de Bryozoaires; elle doit dès lors avoir été recueillie en mer, probablement dans le détroit. Une suture se voit entre les deux branches de la mandibule qui doit provenir d'un individu jeune encore. Les première et troisième vraies molaires manquent. Longueur de la première molaire d'après l'alvéole, $0^m,075$; écartement entre les deux alvéoles à leur partie antérieure et interne, $0^m,075$. Longueur de la seconde molaire, $0^m,145$; largeur maximum, $0^m,060$; dix-huit lamelles dentaires dont douze dans une longueur de $0^m,10$.

En terminant, nous devons constater que, d'après les exemplaires que nous avons pu étudier, les molaires de Mammouth recueillies dans la partie Sud de la mer du Nord et dans le détroit du Pas-de-Calais appartiennent presque toutes à la variété à lamelles dentaires larges et écartées.

SÉANCE MENSUELLE DU 18 AVRIL 1899.

Présidence : M. **A. Rutot**, *vice-président.*

La séance est ouverte à 8 $^1/_2$ heures.

M. *Rutot* fait part de la nomination de M. *Dollo* comme membre correspondant de l'Académie des sciences de New-York. Il adresse à M. Dollo, au nom des membres de la Société, ses plus chaleureuses félicitations. (*Applaudissements.*)

Comités spéciaux :

M. *Uhlenbroeck*, ingénieur, avenue Louise, 285, à Bruxelles, demande à faire partie du Comité des matériaux de construction et du Comité du grisou.

Dons et ouvrages reçus :

De la part des auteurs :

2794. — *Observations nouvelles sur le gisement et sur l'âge des Iguanodons de Bernissart. Communications préliminaires. Compte rendu sommaire de diverses communications faites à la séance du 27 décembre 1898 de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie.* Broch. in-8° de 12 pages. Bruxelles, 1899.

2795. — *Om Monaziten fran Ural.* Broch. in-4° de 26 pages. Lund, 1889.

2796. **Högbom, A.-G.** *Om Kvartsit-sparagmitomradet mellan Storsjön i Jemtland och Riksgränsen söder om Rogen.* Extrait in-8° de 48 pages, 1 carte. Stockholm, 1889.

2797. **Lang, O.** *Der Adschidarja.* Extrait in-4° de 8 pages. Berlin, 1898.

2798. **Matthew, G. F.** *Studies on Cambrian Faunas.* Extrait de 28 pages, 2 planches. Ottawa, 1898.

2799. — *A new Cambrian Trilobite.* Extrait in-8° de 6 pages, 1 planche. New Brunswick, 1899.

2800. **Mourlon, M., et Simoens.** *La classification décimale de Melvil Dewey complétée pour la partie 549-559 de la « Bibliographia Universalis » et appropriée à l'élaboration de la « Bibliographia geologica ».* 2e édition. Bruxelles, 1899.

2801. **Polis, P.** *Die Niederschlagsverhältnisse der Rheinprovinz.* Extrait in-4° de 4 pages. Aix-la-Chapelle, 1898.

2802. — *Ergebnisse der 1898 in Aachen von der Meteorologischen Station Aachen des K. Preuss. Meteorologischen Instituts angestellten Beobachtungen.* Extrait in-4° de 1 page. Aix-la-Chapelle, 1898.

2803. — *Anwendung von meteorologischen Beobachtungen in der medizinischen Klimatologie.* Extrait in-4° de 1 page. Aix-la-Chapelle, 1898.

2804. **Rahir, Ed.** *Promenades dans les vallées de l'Amblève et de l'Ourthe.* Vol. in-8° de 212 pages, 1 carte et 45 photographies. Bruxelles, 1899.

2805. **Reade, M. T.** *Post-glacial beds exposed in the cutting of the new Bruges canal.* Extrait in-8° de 7 pages. Londres, 1898.

2806. **von Siemiradzki, Joseph.** *Beitrag zur Kenntniss des nordischen Diluviums auf der polnisch-lithanischen Ebene.* Extrait in-8° de 12 pages. Vienne, 1889.

2807. — *An Herrn G. Berendt : Ueber eine Endmoräne der ersten Vergletscherung unterhalb Krakau an der Weichsel und über die Natur der dortigen Lössbildung.* Extrait in-8° de 3 pages. Berlin, 1890.

2808. — *Zur Geologie von Nord-Patagonien.* Extrait in-8° de 11 pages. 1893.

2809. **Somzée, L.** *Moyens de prévenir les explosions dans les mines. Appareils permettant de constater la présence du grisou.* Brochure in-8° de 24 pages, 3 planches. Bruxelles, 1880.

2810. — *Moyens de prévenir les explosions dans les mines.* Brochure in-8° de 55 pages, 3 planches. Bruxelles, 1881.

2811. — *Les dégagements de grisou. Étude sur les moyens de les combattre et d'en réduire les effets.* Brochure in-4° de 68 pages. Bruxelles, 1892.

Présentation et élection de nouveaux membres :

Sont présentés et élus par le vote unanime de l'assemblée :

En qualité de membres effectifs :

MM. ALIMANESTIANO, CONSTANTIN, ingénieur chef de service des mines et carrières, Strada Domnei, 27, à Bucarest.

PITTOORS, J., major du génie, chaussée de Malines, 80, à Anvers.

ROSÉE (DE), FRÉDÉRIC, château de Moulins, par Yvoir.

En qualité de membre associé regnicole :

M. VAN HOVE, D., docteur en sciences minérales, rue des Carmes, 1, à Bruges.

Le projet Lambert pour l'alimentation d'Anvers par puits profond dans la craie.

M. *Rutot*, rapporteur de la Commission spéciale, donne lecture du rapport et de la lettre adressés à l'Administration communale d'Anvers.

A Messieurs les Bourgmestre et Échevins de la ville d'Anvers.

MESSIEURS,

J'ai l'honneur de vous transmettre le rapport de la Commission instituée, à votre demande, par la Société belge de Géologie, en vue d'émettre un avis au sujet d'un projet présenté par M. le professeur Lambert pour l'alimentation de la ville d'Anvers en eau potable.

Cette Commission est constituée comme suit :

Président : M. M. MOURLON, membre de l'Académie de Belgique, directeur du Service géologique du Royaume.

Membres : MM. E. VAN DEN BROECK, membre du Conseil de direction de la Carte géologique;

Dr C. VAN DE WIELE;

PAUL VAN YSENDYCK, ingénieur.

Rapporteur : M. A. RUTOT, membre du Conseil de direction de la Carte géologique.

A la Commission ont été adjoints, à titre consultatif :

MM. LAMBERT, ingénieur des mines, auteur du projet;
ROYERS, ingénieur en chef directeur des travaux communaux de la ville d'Anvers;
AD. KEMNA, directeur des Water Works d'Anvers.

Ainsi que vous pourrez vous en convaincre par la lecture du rapport, la Commission a étudié avec grand soin la question qui lui était soumise, et, bien que se trouvant d'accord avec l'auteur du projet sur l'idée fondamentale de celui-ci, elle a le regret de ne pouvoir partager la conviction profonde de M. le professeur Lambert dans la réussite certaine, d'après lui, de l'entreprise.

Veuillez, Messieurs, agréer l'assurance de ma haute considération.

Le Rapporteur,
A. RUTOT.

Rapport de la Commission.

La Commission instituée par la Société belge de Géologie pour l'étude de la proposition faite par M. le professeur Lambert, à l'effet d'alimenter la ville d'Anvers en eau potable soutirée à la craie par puits profonds et galeries, après avoir entendu l'auteur du projet et pris connaissance des documents qu'il a fournis, ainsi que de ceux rassemblés par la Commission, s'est arrêtée aux conclusions suivantes :

1° En principe, il n'y a rien d'antiscientifique dans le projet présenté par M. le professeur Lambert. L'idée d'aller chercher des eaux potables dans la craie par puits profonds a été mise depuis longtemps en pratique en Belgique, en France et en Angleterre, et d'une manière générale, elle a donné souvent de bons résultats.

De plus, l'idée de creuser, au fond d'un large puits ayant pénétré dans la craie, des galeries horizontales en sens divers, est entièrement rationnelle et en rapport avec ce que l'on sait de l'existence de l'eau dans la craie.

2° En principe, les eaux provenant de la craie sont de bonne qualité et ne sont pas toujours chargées outre mesure de bicarbonate de chaux; des auteurs sérieux comparent même, comme pureté, certaines eaux de la craie aux eaux des sables, qui comptent parmi les meilleures.

M. le professeur Lambert explique la teneur relativement faible des eaux de la craie en sels calcaires par une action chimique exercée par la craie elle-même, en masse, vis-à-vis d'eaux chargées de bicarbonate de chaux. M. le professeur Lambert affirme avoir procédé à la décalcarisation partielle d'eaux très chargées de calcaire par leur passage lent sur des fragments de craie. En présence de la grande simplicité de l'expérience, facile à répéter dans tout laboratoire, et de l'affirmation du résultat par M. le professeur Lambert, nous ne croyons pas pouvoir émettre des doutes au sujet de l'effet obtenu; mais la Commission est d'avis que la décalcarisation de l'eau n'est pas le résultat d'une action spéciale de la craie, et des chimistes consultés croient qu'en remplaçant les fragments de craie par tout autre corps inerte, comme des billes de verre, par exemple, la décalcarisation partielle se produirait également, l'abandon du calcaire dissous étant simplement dû, dans l'expérience de M. Lambert, à l'épandage répété de l'eau en mince surface en contact avec l'air, opération qui, favorisant le départ de l'acide carbonique, permet la précipitation du calcaire.

3° Enfin, l'honorable professeur voit dans la quantité d'eau d'imbibition renfermée dans la craie et qu'il évalue à 700 litres par mètre cube de craie, la source d'une alimentation inépuisable, tant est énorme le volume qu'il croit être disponible.

Ici encore, la Commission ne peut se ranger à l'avis de M. le professeur Lambert, pour deux raisons, dont la première est que le chiffre de 700 litres donné par l'auteur du projet est exagéré de plus du double. Quant à la seconde raison, en admettant même le chiffre de 700 litres comme exact, il n'en est pas moins vrai que l'eau d'imbibition, dont il est ici question, ne peut être enlevée à la craie, ni par puits ni par galeries; cette eau est énergiquement retenue dans la masse crayeuse par la capillarité, elle fait pour ainsi dire partie constituante de la roche, et par aucun des moyens pratiques proposés, elle ne peut être soutirée. Empressons-nous d'ajouter, du reste, que telle n'est pas l'unique source à laquelle l'auteur du projet compte puiser; il admet, ce qui est un fait acquis, une large alimentation par les fissures.

A part ces restrictions, la Commission est d'avis qu'en principe, ou en théorie, l'idée de M. le professeur Lambert est rationnelle et scientifiquement inattaquable; toutefois, puisque ce n'est pas le cas général, mais bien un problème local : l'alimentation de la ville d'Anvers, qui a été soumis à son examen, il y a lieu maintenant d'étudier en détail le cas spécial pour lequel la Commission a été consultée.

Tout d'abord, M. le professeur Lambert affirme la réussite de l'entreprise et il fonde son affirmation :

1° Sur l'existence de nombreuses sources sortant de la craie, tant en Belgique qu'en France et en Angleterre;

2° Sur les résultats favorables de drainages peu profonds exécutés dans la craie;

3° Sur l'existence de puits artésiens creusés à Bruxelles et aux environs, ainsi que de puits de mines aquifères forés dans la région charbonnière recouverte par de puissants dépôts de craie; enfin, il s'appuie encore sur les résultats de puits profonds creusés dans le Nord de la France et dans le bassin de Londres en vue d'obtenir des eaux potables.

Étudions les faits cités ci-dessus à l'appui d'une réussite certaine pour le cas particulier de l'alimentation d'Anvers.

1° *Sources sortant de la craie.*

C'est, depuis longtemps, un fait connu que les affleurements de craie, ondulés généralement en collines, sont fissurés à l'infini sur une épaisseur pouvant varier de 5 à 20 mètres. En dessous de cette profondeur, le nombre des fissures se restreint considérablement.

Dans ces conditions, les affleurements crayeux absorbent une grande partie des eaux de pluie qui tombent à leur surface, ces eaux pénètrent dans la masse et descendent jusqu'à la région moins fissurée. Là, l'écoulement se trouvant réduit, l'eau s'accumule dans la région fissurée, forme une sorte de nappe liquide plus ou moins parallèle à la surface du sol, nappe qui s'écoule par les points bas, dans le fond des vallées, sous forme de sources souvent très abondantes.

Il existe de ces sources en Belgique, en France et en Angleterre. Plusieurs sont utilisées à des alimentations de villes en eau potable : la ville de Mons est dans ce cas; elle possède, à proximité immédiate de son territoire, deux sources, l'une de 12.000 mètres cubes par jour, l'autre de 4,500 mètres cubes.

Le fait avancé par M. Lambert est donc exact, mais n'est pas applicable à Anvers, où tout au moins cette solution n'est pas proposée, vu la longue distance qui sépare Anvers des affleurements de la craie.

2° *Drainage de la craie.*

Drainer la craie par galeries filtrantes établies à faible profondeur (20 à 30 mètres maximum) revient à provoquer artificiellement la formation d'une source sortant de la craie. Cette opération ne s'exé-

cute généralement que dans les régions où la craie affleure ou bien lorsqu'elle n'est recouverte que de terrains meubles (limons, sables, cailloux, etc.).

La ville de Liége est alimentée de semblable façon, et des inconvénients assez graves se sont présentés. A l'origine, le réseau de galeries drainantes avait été établi, sous le niveau aquifère, à une profondeur que l'on jugeait largement suffisante. Tout d'abord, le résultat a été de tout point satisfaisant, mais bientôt le débit s'est mis à diminuer lentement jusqu'à devenir insuffisant. Cela prouve qu'avant le drainage artificiel, la craie renfermait dans ses fissures une grande réserve d'eau, dont l'écoulement lent se faisait dans la vallée du Geer. En exécutant le travail de drainage, on a soutiré à la craie plus que les infiltrations pluviales ne pouvaient lui fournir. On a donc épuisé la réserve, le niveau de la nappe s'est rabattu au niveau des galeries et l'on ne dispose plus que de la quantité d'eau qui peut s'infiltrer annuellement dans le sol.

Il faudrait maintenant pouvoir abaisser le réseau de galeries, mais la craie cessant rapidement en profondeur, le travail se présente d'une manière défavorable et la ville cherche d'autres solutions.

Ce qui vient d'être exposé est loin de cadrer avec ce que dit M. Lambert dans l'une de ses brochures.

On voit donc que, même dans les affleurements, le drainage de la craie peut donner de sérieux mécomptes; toutefois, ce genre de drainage n'est pas proposé pour l'alimentation d'Anvers et il n'y a pas lieu de s'y appesantir.

3° *Puits artésiens s'alimentant dans la craie; puits de mines creusés tant en Belgique qu'à l'étranger.*

Ce qui a spécialement frappé M. Lambert, c'est que le forage de grands puits de charbonnages, creusés dans la région du bassin houiller belge, le long de la vallée de la Haine, entre Morlanwelz, Mons et la frontière française (Condé), a été accompagné de difficultés plus ou moins grandes provenant de ce que les puits, avant d'atteindre le terrain houiller, ont eu à traverser de grandes épaisseurs de craie qui s'est montrée très aquifère, le débit étant parfois inépuisable. Actuellement encore, de nombreux charbonnages sont obligés de maintenir en activité de puissantes machines d'épuisement pour maintenir à sec les travaux d'exploitation de la houille.

Tel est le fait qui a vivement impressionné M. Lambert, et il s'est

dit que, puisque les choses se passent ainsi dans le Centre et le Borinage, il n'y a aucune raison pour qu'il n'en soit pas de même entre Bruxelles et Anvers.

L'observation faite dans les charbonnages est certaine, indéniable, mais elle a pour cause la disposition même des couches, ainsi qu'on peut en juger par la coupe diagrammatique suivante (fig. 1) :

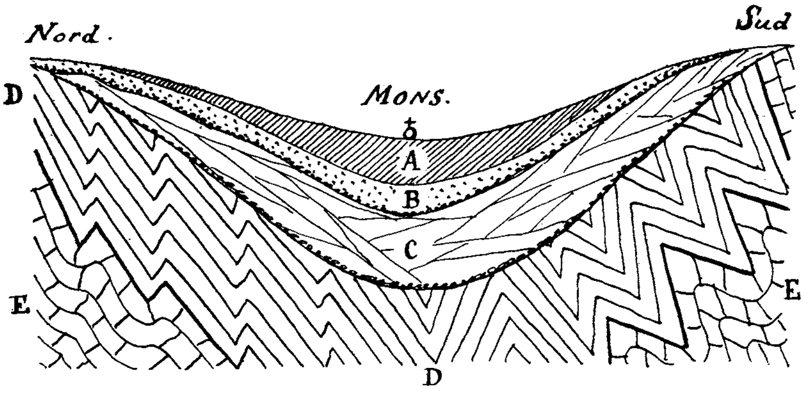


Fig. 1. — COUPE N.-S. EN TRAVERS DE LA VALLÉE DE LA HAINE.

A. — Argile yprésienne.
B. — Sable et argile du Landenien.
C. — Terrain crétacé.
D. — Terrain houiller.
E. — Calcaire carbonifère.

On voit que tous les terrains énumérés ci-dessus sont comme emboîtés les uns dans les autres et que le terrain crétacé qui déborde les couches sableuses tertiaires s'étale largement avec celles-ci en affleurement direct au Nord et au Sud de la vallée. Or ces affleurements de craie très fissurée absorbent la plus grande quantité de l'eau de pluie qui y tombe, et cette eau est conduite par les joints de stratification, fissures et failles dans la profondeur. On conçoit ainsi qu'un puits de mine foré jusque dans le terrain houiller doive traverser une forte épaisseur de craie très aquifère.

Sur ce point, la Commission est donc entièrement d'accord avec M. Lambert.

Pour ce qui concerne les puits artésiens creusés à Bruxelles et descendant dans la craie, les choses se passent différemment, ainsi que nous allons le voir par la coupe diagrammatique passant par Hal, Bruxelles et Vilvorde.

On voit par cette coupe (fig. 2) que les conditions d'alimentation de la craie sont loin d'être les mêmes que dans la vallée de la Haine.

Ici, les bords du bassin sont constitués par les couches tertiaires dont l'une, B, l'argile yprésienne, très épaisse, est imperméable.

Ce n'est que beaucoup plus au Nord, sous Bruxelles même, que commence le biseau de craie blanche D.

Ce biseau n'est nulle part à découvert, toutes ses fissures béantes sont recouvertes d'un important placage d'argile, et l'eau qui peut s'infiltrer dans la craie est celle tombant au Sud de Hal qui, arrêtée par la roche primaire, s'écoule, grâce à la pente vers le Nord, dans le sable landenien C, puis pénètre, après un long trajet, dans le biseau de craie sous Bruxelles.

Aussi, que s'est-il passé à Bruxelles?

Vers 1850, lorsque les premiers puits artésiens ont été creusés, l'eau a été rencontrée en abondance, directement sous l'argile B, c'est-à-dire dans le sable landenien C.

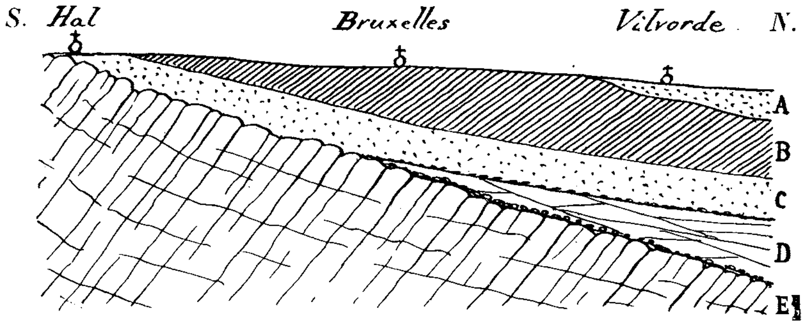


FIG. 2. — COUPE N.-S. PASSANT PAR HAL, BRUXELLES ET VILVORDE.

A. — Sable bruxellien.
B. — Argile yprésienne.
C. — Sable et argile landeniens.
D. — Craie blanche.
E. — Roche primaire.

Pendant de longues années, ces eaux, qui étaient jaillissantes, ont suffi aux industriels qui les utilisaient, mais, vu la réussite, d'autres puits, toujours plus nombreux, ont été creusés, et bientôt les ressources aquifères du Landenien se sont trouvées épuisées. Beaucoup de puits ont tari et les autres ont dû être approfondis jusqu'à la craie.

Lorsque la craie fut atteinte, de grands débits recommencèrent à se produire et la situation sembla désormais assurée.

Mais le nombre de forages augmentait toujours. A peine dix

années s'étaient-elles écoulées, que les puits atteignant la craie s'assé-chèrent, et il fallut creuser toujours plus profondément, si bien qu'une autre dizaine d'années plus tard, les puits durent pénétrer jusqu'à la roche primaire.

Actuellement, la situation des puits artésiens à Bruxelles est à peu près désespérée. Tout puits creusé au Sud d'un puits existant lui supprime la majeure partie de son débit, ce qui prouve à l'évidence que la craie, sous Bruxelles, s'alimente uniquement par le Sud, et non latéralement.

La plupart des puits productifs de l'agglomération bruxelloise se trouvent en ce moment alignés le long de la lisière Sud du biseau crétacé; les quelques autres en activité ont dû traverser la craie pour descendre, dans la roche primaire, à la recherche de fissures aquifères.

Ce n'est que vers Vilvorde, et surtout vers Louvain, que l'influence d'une alimentation orientale de la craie par les affleurements de la Hesbaye se fait sentir, et nous croyons qu'il ne faudrait pas multiplier les puits outre mesure dans cette région, pour qu'une sérieuse diminution de débit se fît sentir.

Un autre fait qui a vivement attiré l'attention de M. Lambert, et sur lequel il base sa confiance absolue, réside dans les ressources très considérables fournies par les puits, avec ou sans galeries, creusés en divers points du bassin de Londres et des comtés environnants : Dorsetshire, Hants, Sussex, Hertfordshire, Essex, Suffolk et Norfolk.

Il paraît qu'en 1885 déjà, 243 puits fournissaient ensemble journellement 90,000 mètres cubes d'excellente eau.

En 1894, M. Binnie, ingénieur en chef du comté de Londres, estime à 122,000 mètres cubes par jour la quantité d'eau tirée des puits de la *Kent Company*.

Certes, ces résultats sont magnifiques, mais il n'en est pas moins vrai, d'après l'opinion de M. le géologue Whitaker, que les résultats ne sont nullement constants, qu'à côté de réussites, il y a des résultats négatifs ou peu satisfaisants; enfin, le même géologue estime que la craie, devenant de moins en moins fissurée à mesure que l'on descend, les réussites sont de plus en plus aléatoires lorsqu'on creuse des galeries à grande profondeur. Ce ne sont alors que les rares grandes fissures directrices et les failles qui fournissent les grands débits signalés.

Il n'y a du reste pas à s'étonner de la grande quantité d'eau que le bassin crétacé de Londres peut fournir.

Il suffit de jeter les yeux sur une carte géologique pour se convaincre que la disposition générale des couches est exactement la même que dans la vallée de la Haine, mais sur une échelle incomparablement plus grande.

Une coupe N.-S. du bassin de Londres donne, en effet, la disposition suivante :

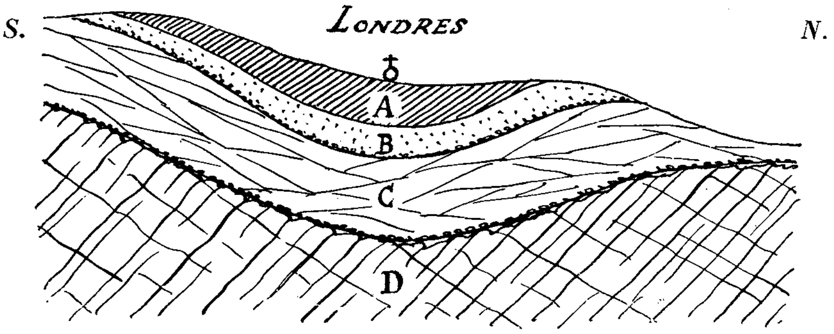


FIG. 3. — COUPE GÉNÉRALE N.-S. DU BASSIN DE LONDRES.

A. — Argile de Londres (Yprésien).
B. — Thanet sands (Landenien).
C. — Terrain crétacé.
D. — Roches primaires.

Le terrain crétacé, au lieu de déborder les couches tertiaires de quelques kilomètres seulement, présente, vers le Nord surtout, un développement très considérable.

On conçoit dès lors que la quantité colossale d'eau qui s'infiltre sur ce vaste territoire, s'écoulant souterrainement vers le centre du bassin, celui-ci se trouve approvisionné d'une manière presque inépuisable.

Est-ce à dire cependant que la situation sera toujours aussi brillante que celle dont on jouit actuellement?

Nous ne le croyons pas. Le bassin de Londres vit actuellement sur l'énorme réserve d'eau accumulée depuis des siècles dans l'immense masse de la craie fissurée, et il entre dans les prévisions réalisables que le stock disponible s'épuisera peu à peu, comme s'est épuisé le réservoir de la craie dans laquelle la ville de Liége a creusé des galeries drainantes, et que, dans un certain temps, le bassin de Londres sera simplement alimenté au jour le jour par les affleurements de la craie, ce qui lui assure toujours un débit considérable, mais nullement indéfini.

D'après ses déclarations, M. Lambert est absolument convaincu que

ce qui se passe dans le bassin de Londres se passera au Nord de Bruxelles, parce que, la masse de craie étant continue, le bassin de Londres alimentera aussi latéralement la région au Nord de Bruxelles.

Ici encore, la Commission doit se séparer de l'opinion de l'honorable professeur.

Nous avons, en effet, connaissance de plusieurs puits profonds creusés précisément entre Londres et Bruxelles, et notamment les puits artésiens d'Ostende et de Gand.

Or ce sont loin d'être des réussites qui ont été constatées.

A Ostende, sous 33^{m},50 de dépôts modernes et quaternaires, le forage a traversé 136^{m},50 d'argile yprésienne, 38 mètres de sable et d'argile landeniens, 66 mètres de craie blanche, 26 mètres d'argile rouge crétacée et est entré, à 300 mètres de profondeur, dans la roche primaire, qui a été percée sur 8 mètres.

Il a été constaté que la traversée des 66 mètres de craie blanche n'a pas fourni une goutte d'eau. La nappe principale a été rencontrée dans la roche primaire.

Cette nappe, bien que fournissant 5 000 litres à l'heure à 10 mètres au-dessus de la basse mer, sort à la température de 19° centigrades, et sa composition chimique la rend complètement inutilisable. Cette eau laisse, en effet, un résidu d'environ 3 $^{1}/_{2}$ grammes par litre, constitué comme suit :

Chlorure sodique	1.97
Carbonate et sulfate sodiques . .	1.45

C'est une eau purgative et débilitante.

Deux nappes aquifères, rencontrées dans le puits à 173 et à 185 mètres, sont également fortement minéralisées.

Le puits artésien de Blankenberghe, qui descend jusque dans le Landenien, donne aussi une eau tiède et inutilisable, dont la minéralisation s'accroît.

Quant au nouveau puits artésien de Gand, ses résultats sont loin d'être brillants; bien que sensiblement moins profond que celui d'Ostende, la craie n'a pas fourni d'eau et le roc primaire en a fourni de très minéralisée, à grande profondeur.

Rappelons encore que le puits artésien de la gare de Denderleeuw a fourni des eaux brunes, chargées de matières organiques, et, enfin, signalons le puits de l'usine à gaz de la ville de Bruxelles où seul le Primaire s'est montré médiocrement aquifère.

Nous ne pouvons donc partager la confiance de M. Lambert dans la possibilité d'alimentation en eau pure et abondante du bassin crétacé septentrional par des eaux dérivant du Nord de la France et du bassin de Londres, et ici, en dehors de la question de quantité, se soulève une autre question importante : celle de la qualité.

Dans son projet, M. Lambert ne semble s'inquiéter que du degré hydrotimétrique de l'eau et ne paraît concevoir aucune crainte au sujet d'autres éléments que le calcaire, pouvant être renfermés dans les eaux profondes. En écartant le chlorure de sodium, indifférent à faible dose, nous voyons que les eaux artésiennes profondes sont souvent chargées de carbonate et de sulfate de soude, parfois à raison de 1 $^{1}/_{2}$ gramme par litre; les puits des environs de Courtrai touchant la dolomie carbonifère sont inutilisables pour l'alimentation publique, et les eaux de ceux de Termonde, Malines et des environs d'Anvers, bien que provenant du Ledien, sont chargées de carbonate de soude dans une proportion inadmissible.

En présence de ce fait si général, M. le professeur Lambert peut-il affirmer que les eaux qu'il rencontrera, bien que peu chargées de carbonate de chaux, renfermeront une teneur minima de carbonate et de sulfate de soude les rendant inoffensives?

Reste enfin l'alimentation latérale du bassin crétacé bruxellois par les affleurements de la Hesbaye.

Certes, la craie occupe en sous-sol une grande étendue en Hesbaye, mais ici encore les circonstances se montrent défavorables à une large alimentation, et la ville de Liége en a fait la désagréable expérience.

La principale condition défavorable du bassin hesbignon réside dans le recouvrement de la craie par de fortes épaisseurs de limon quaternaire, pouvant atteindre 10 à 20 mètres. Or, sur de telles épaisseurs, le limon peut être considéré comme pratiquement imperméable. Sitôt sa surface imbibée d'eau, la pluie qu'elle reçoit en plus ne peut plus s'infiltrer; elle est forcée de ruisseler et de s'écouler jusque dans les ruisseaux qui se jettent directement dans les rivières ou dans la Meuse.

La présence du limon hesbayen est donc une cause de déchet énorme pour l'alimentation souterraine.

De quelque côté du bassin crayeux compris entre Bruxelles et Anvers que nous nous tournions, des conditions locales défavorables se présentent, qui, si elles ne touchent en rien au principe même du

projet de M. Lambert, ne viennent pas moins ébranler fortement la confiance dans le but spécial proposé : l'alimentation d'Anvers.

Débit et qualité des eaux ne nous paraissent pas assurés dans la mesure où ces facteurs si importants doivent l'être dans les cas de cette nature.

C'est donc avec un vif regret que nous nous voyons forcés d'exprimer ici nos légitimes inquiétudes, car, comme géologues, les membres de la Commission n'eussent pas demandé mieux que de voir se réaliser le grand travail préconisé par notre honorable confrère.

Malgré toutes nos sympathies pour une œuvre qui eût fourni d'aussi précieux documents à la science, étant donné qu'il y a ici de puissantes questions d'intérêt en jeu, nous ne pouvons qu'écouter la voix de notre conscience et dire, en toute sincérité, ce que nous croyons être la vérité.

Les membres de la Commission,

E. Van den Broeck, P. Van Ysendyck,
M. Mourlon, C. Van de Wiele.

Le Rapporteur,

A. Rutot.

Discussion du Rapport.

Après cette lecture, la discussion est ouverte.

M. *Ad. Kemna.* — Au nom de la Compagnie que je représente et qui est membre à perpétuité de votre association, je tiens à remercier M. Rutot pour l'intéressant rapport dont vous venez d'entendre la lecture. Les administrations, tant publiques que privées, sont constamment l'objet de propositions de toute nature, et j'ai reçu pour ma part une vingtaine de projets plus ou moins sérieux. Des passions se mêlent aux questions qu'il faut discuter devant le public dans des corps électifs, le plus souvent incompétents. Dans un milieu comme celui de la Société de Géologie, toutes ces causes perturbatrices sont éliminées, et la décision finale ne peut être que sage et pondérée, et l'expression de la vérité scientifique.

Il est de la plus haute importance pratique qu'une réunion compétente, désintéressée et impartiale, comme notre association, dise que tel ou tel projet est utile et réalisable. Mais il n'est pas moins important, au point de vue pratique, que les intéressés soient mis en garde contre des projets mal conçus et devant conduire à des inconvénients pouvant devenir des désastres. En écartant les projets de ce genre, le

service rendu n'est pas seulement négatif; car trop souvent ces projets sont une pierre d'achoppement pour ce qui est vraiment pratique. Tel a été quelque peu le cas pour les propositions de M. Lambert à Anvers.

Je crois faire chose utile en donnant à l'assemblée quelques explications complémentaires au rapport de M. Rutot.

Pour tout projet, la première question qui se pose est celle d'opportunité. Or la Commission n'avait pas à s'en occuper; on lui demandait son avis uniquement sur la possibilité d'exécution et de rendement, et elle s'est attachée à la mission qui lui avait été confiée. Mais mon attitude à moi devait forcément dépendre en grande partie de la réponse à cette question préalable, et en expliquant les raisons qui m'ont guidé, je prie l'assemblée d'y voir une marque de déférence.

Les situations réciproques de la ville d'Anvers et de la Compagnie exploitante sont déterminées sur ce point par l'article 6 de l'acte de concession, voté par le Conseil communal le 25 juin 1873 :

« La ville laisse aux concessionnaires le choix des sources où ils » puiseront les eaux nécessaires à l'alimentation, à l'exclusion toutefois » des eaux de l'Escaut et du Rupel. Les eaux seront de bonne qualité » pour les besoins de la population et répondront d'une manière per- » manente à toutes les conditions hygiéniques prescrites par la Com- » mission sanitaire locale. La qualité des eaux sera constatée avant la » mise en exploitation du service, et ensuite chaque fois que la ville le » jugera nécessaire, etc. »

Après les mots « Commission sanitaire locale », il y a un renvoi au bas de la page : « Voir la lettre collégiale du 8 août 1879, 4e bureau, » n° 218 A. » Cette lettre est imprimée à la suite du contrat et dit :

« Pour ce qui est de la qualité des eaux de la Nèthe, le Collège » ayant pris connaissance du rapport de MM. Angenot, Ogston et » Dufour, en date du 4 mars 1879, reconnaît que dans leur état actuel » ces eaux paraissent convenir pour le service de la distribution et » satisfaire aux conditions du contrat. »

Cette lettre est datée du 8 août 1879, et le contrat entre la ville et les concessionnaires a été signé le lendemain 9 août. Les concessionnaires n'ont voulu s'engager que lorsque la ville avait donné son satisfecit pour l'eau qu'il s'agissait d'amener. Dès lors, les inconvénients résultant naturellement du système d'alimentation et de la source adoptés ne peuvent être reprochés à la Compagnie que si celle-ci ne faisait pas tout ce qui est humainement et pratiquement possible pour les éviter ou les pallier. Ces inconvénients ne peuvent légalement et

équitablement être considérés que comme des cas de force majeure. En présence de cette situation, convenue de part et d'autre, ma Société pourrait, au point de vue du droit strict, se refuser à prendre en considération un projet qui comporte un bouleversement complet et la réduction à une valeur *zéro* de ses coûteuses installations de captage, de purification et de filtrage.

Mais le droit strict n'est pas toujours le bon sens, l'équité. La considération suprême, ici, est l'effet hygiénique de l'eau. Or l'état sanitaire de la ville d'Anvers est excellent; en 1896, la mortalité générale s'est abaissée à 15.6 par mille. Ce résultat si favorable tient à des causes multiples. Mais l'action de l'eau est plus directe dans deux maladies spéciales: le choléra et la fièvre typhoïde. — Pour le choléra, au mois d'août 1892, Anvers a été contaminée à la fois par le Havre et Hambourg; l'épidémie a été arrêtée net et n'a sévi en somme que sur la population batelière; la toute première mesure prise par l'édilité a été d'organiser un service de fourniture d'eau de la distribution. — Pour la fièvre typhoïde, d'après un tableau statistique de M. A. H. Smee (*Journal of Gas Lighting and Water supply,* 31 janvier 1899, page 246), du 1er janvier au 1er octobre 1898, les décès par fièvre typhoïde, calculés sur un million d'habitants, ont été de 71, alors qu'il y en avait 110 à Bruxelles. L'auteur appuie tout spécialement, en ces termes :

« Anvers est un bon exemple d'une ville où l'alimentation est faite
» par une rivière fortement polluée, mais qui, par le filtrage, devient
» une eau bonne et saine; en conséquence, il y a un faible taux de
» mortalité par fièvre typhoïde. »

Jamais il n'y a eu d'épidémie quelconque causée par l'eau. L'attribution à cette cause d'une épidémie de dysenterie, strictement limitée dans une caserne, a été publiée dans un journal local par un médecin militaire et dans les *Archives médicales belges* (avril 1894) par le médecin militaire M. Spruyt. Cette affirmation est contraire à la vérité (*).

Ainsi, au point de vue hygiénique, il n'y a aucune nécessité de remplacer l'eau actuelle.

(*) Un cas semblable s'est produit en février 1896. J'ai appris de divers côtés que M. le Dr Trétrôp, chef du service bactériologique à l'hôpital Stuivenberg, montrait aux visiteurs de son laboratoire des cultures de fièvre typhoïde extraites de l'eau de la distribution. J'ai immédiatement fait procéder à une enquête. Il semble que le premier devoir d'un chef de service eût été d'avertir les autorités ; or l'Administration des hospices et la Ville n'en savaient rien. Mais il y a plus : interrogé aussitôt par deux médecins délégués par moi, M. Trétrôp a nié avoir tenu les propos que des personnes honorables avaient affirmé et continuent à affirmer tenir de sa propre bouche.

*
* *

Passons maintenant aux caractères organoleptiques.

Il arrive, après de fortes pluies, que l'eau filtrée présente une couleur plus ou moins jaunâtre. D'autres fois, par suite de la pullulation de certaines algues dans les bassins de décantation et de filtrage, il y a un mauvais goût; cet inconvénient a surtout été marqué lors de la sécheresse exceptionnelle de l'été en 1893. Tout cela n'a aucune importance au point de vue de l'hygiène; cependant le public s'alarme; il s'alarme à tort, mais on ne peut exiger de lui qu'il n'accorde une influence exagérée aux apparences. Il y a là, pour le consommateur, un inconvénient des plus sérieux et qui se traduit pour la Société par un arrêt dans le développement normal de ses affaires. Même en dehors de toute autre préoccupation, ma Société, au point de vue financier, a le plus grand intérêt à éviter ces inconvénients, et toute proposition tendante à atteindre ce but est opportune.

Seulement, l'obtention de ce résultat si désirable à tous les points de vue implique-t-elle nécessairement l'abandon complet du système actuel et son remplacement total par une autre distribution tout à fait nouvelle? La réponse serait indubitablement affirmative si les inconvénients signalés étaient permanents ou même s'ils se produisaient fréquemment et pendant des périodes prolongées. Mais tel n'est heureusement pas le cas. Loin d'être la règle, ils sont l'exception. C'est tout au plus si, pendant une couple de semaines par an, il y aurait avantage à pouvoir fournir une autre eau. Les résultats officiels des analyses de contrôle faites hebdomadairement par le chimiste et le bactériologiste de la ville en sont la preuve irréfutable. Il est évident que la Compagnie de M. Lambert, prenant à sa charge tous les aléas de l'entreprise, ne pourrait pas se contenter du paiement de l'eau qu'on lui achèterait pendant 15 jours par an; il serait absurde de ma part de lui faire une proposition dans ce sens; mais réciproquement, il est de toute impossibilité pour moi d'acheter pendant 350 jours par an ce dont je n'ai aucun besoin.

Cette impossibilité ressortira clairement des conditions financières qui ont été proposées. Par une lettre du 28 mars 1898, adressée à l'Administration communale d'Anvers, la *Société hygiénique pour la captation des eaux souterraines du terrain crétacé dans le Nord de la Belgique par le système G. Lambert*, demande qu'on s'engage à lui prendre, pendant 45 ans, un minimum de 10,000 mètres cubes par jour, au prix de 12 centimes par mètre cube, soit 438,000 francs

par an. Dans ces conditions, l'exploitation serait constituée en perte.

Il y a une autre solution possible. On étudie beaucoup la question de la purification des eaux, et il est fort probable que l'on sera, dans un avenir peu éloigné, en possession d'un procédé réellement efficace. J'ai suivi depuis plusieurs années et je continue à suivre avec la plus grande attention tout ce qui se fait dans ce domaine, notamment les essais avec l'ozone. Jusqu'ici on n'est pas encore sorti des tâtonnements, et le coût des divers procédés est prohibitif pour l'application intégrale et continue. Mais c'est là précisément ce que je ne dois pas faire; les appareils pour une purification supplémentaire n'auraient à fonctionner que pendant peu de temps, et dès lors l'importance du prix de revient par mètre cube n'est plus aussi absolue.

M. Lambert a exposé ses idées dans un certain nombre de brochures et d'articles de journaux, et en examinant le projet qui résulte directement de ces idées et les résume au point de vue pratique, il est juste de tenir compte de l'ensemble de ses opinions, qui forment un tout coordonné. Je puis donc en toute équité introduire dans le débat ce qu'il dit du filtrage au sable.

Comme pour la plupart des autres points, M. Lambert a sur cette question une opinion très ferme et assez absolue : il n'admet pas la possibilité d'améliorer les eaux de surface; le filtrage au sable ne peut donner de bons résultats, partout on en revient, et il ne tardera pas à être abandonné. J'ai le regret de devoir répondre au savant professeur que, dans la discussion de cette question, il a fait preuve de l'ignorance la plus complète et d'une grande dose de légèreté. Les ingénieurs français qu'il cite à l'appui de sa manière de voir peuvent prendre leur part de ce double compliment. On reste parfois ahuri de leurs affirmations, de leur profond dédain de tout ce qui se fait ailleurs et ne cadre pas avec leurs idées préconçues. M. Lambert cite avec admiration une de ces phrases ronflantes de Belgrand et Bechmann : « L'eau doit être » consommée dans l'état même où elle sort des conduites de distri- » bution et de la source, c'est-à-dire sans aucune préparation. » C'est malheureusement ce principe que les grands ingénieurs de Paris appliquent également à l'eau de la Seine, dont ils gratifient périodiquement leurs administrés. On dirait vraiment que Londres et Berlin n'existent pas. Dans un livre récent, l'ingénieur américain Allen Hazen, après s'être donné la peine, lui, de faire une enquête sérieuse et de voir par lui-même, estime à plus de vingt millions la population alimentée en Europe par des eaux filtrées, et l'état sanitaire est aussi satisfaisant que dans les villes ayant de bonnes sources.

Il est vrai que, d'après M. Lambert, la situation actuelle, legs du passé, est condamnée à promptement disparaître. Londres, par exemple, après avoir dépensé un demi-milliard pour ses installations de filtrage, reconnaîtrait son erreur et réclamerait l'eau des nappes souterraines; cela se trouve dans une brochure de 1893. Or voici, pris au hasard, un rapport du contrôleur officiel du Gouvernement pour les eaux de Londres, le général A. de Courcy Scott : en février 1897, il a été pompé une moyenne quotidienne de 852,770 mètres cubes par jour, se décomposant comme suit :

De la Tamise et de la Lea, filtrées	85.81 %
De sources et de puits	14.06 »
D'étangs (emploi non domestique)	0.13 »

Lorsque les grands travaux actuellement en cours, comme un réservoir à Staines, coûtant plus d'un million de livres, seront terminés, le pourcentage d'eau filtrée augmentera encore.

Quant à la qualité de ces eaux filtrées, il est réellement inconcevable qu'il puisse se produire des affirmations comme celle de M. Lambert. Les faits sont là, patents, indéniables, et il faut fermer les yeux pour ne point les voir. Puisque M. Lambert a cité des « autorités », eh bien, de notre côté, allons-y de quelques citations.

Voici d'abord l'opinion des membres de la Commission royale, qui a examiné avec le plus grand soin les eaux de Londres; ils disent dans leur rapport du 8 septembre 1893 :

« P. 178. Nous sommes fortement d'avis (*we are strongly of opinion*) » que l'eau, telle qu'elle est fournie au consommateur à Londres, est » à un très haut degré d'excellence et de pureté, et que sa qualité la » rend propre à tous les usages domestiques. Nous savons bien qu'il y » a une certaine prévention contre l'usage d'eau de boisson provenant » de la Tamise et de la Lea, parce que ces rivières peuvent être conta- » minées et quelque perfection que puisse avoir la purification ulté- » rieure, par des moyens soit naturels, soit artificiels; mais en tenant » compte de l'expérience de Londres dans les trente dernières années » et des témoignages que nous avons recueillis, nous ne croyons pas » qu'il y ait aucun danger de propagation de maladie par l'usage de » cette eau, pourvu qu'il y ait des réservoirs appropriés et que l'eau » soit efficacement filtrée avant d'être livrée au consommateur. »

En Allemagne, où, également d'après M. Lambert, le filtrage au sable est en défaveur, nous trouvons Koch qui se connaît quelque peu aux microbes et au filtrage. Dans la *Zeitschrift für Hygiene*, 1893

(reproduit dans la *Semaine médicale* du 21 juin 1893, page 305, 3e colonne), il dit :

« L'épidémie cholérique de Hambourg-Altona nous a donc prouvé » d'une façon irrécusable que la filtration de l'eau à travers le sable » constitue, en pratique, une protection suffisante contre l'infection » cholérique. »

Il est un point sur lequel M. Lambert veut opérer une révolution dans les idées scientifiques les mieux assises et les plus généralement acceptées. C'est un fait acquis que celui de la dureté des eaux sortant des calcaires en général, y compris la craie. Et c'est un fait que nous expliquons facilement par les propriétés dissolvantes bien connues de l'acide carbonique. Eh bien, depuis cent ans, on a mal vu et l'on a mal expliqué : les eaux de la craie sont douces, elles ne titrent que 8 à 9 degrés hydrotimétriques, et toute augmentation de leur teneur calcaire est une conséquence et un indice de pollution. Et comme il a pleine conscience d'aller à l'encontre des idées reçues, pour plus de certitude M. Lambert a recours à l'expérience. Votre Commission ne s'est pas ralliée à l'interprétation un peu simpliste de M. Lambert et elle a suggéré une explication plus raisonnable. Il serait peu charitable d'insister.

Mais il reste l'affirmation de la douceur des eaux de la craie; à Londres, ces eaux ne titreraient que 10 degrés. Or, dans l'ouvrage intitulé : *Water Analysis*, de Frankland (1890), un des chimistes faisant l'analyse des eaux de Londres depuis trente ans, il y a à la page 118 la composition moyenne des eaux pour l'année 1888: la Tamise donne 20°, la Lea 22°,1 et les puits profonds de la craie 30°,2.

Il nous est facile d'expliquer cette discordance. M. Lambert confond constamment les eaux de la craie elle-même avec les eaux du Primaire sous-jacent, très douces; on ne sait jamais exactement de quoi il veut parler.

La première idée de M. Lambert était d'alimenter Bruxelles par son système; ses deux brochures de 1893 visent uniquement cette ville. Les tableaux géologiques qu'elles renferment sont exactement conformes à ceux que vient de nous montrer M. Rutot; le biseau de craie commence sous Bruxelles; mais cette ville nous est présentée comme se trouvant « vers la base d'un immense plan incliné de terrains pri- » maires, dont le sommet se voit dans l'Ardenne ». C'est un peu trop schématique; entre le Silurien et le Cambrien, qui affleurent en Ardenne, et Bruxelles, il y a le bassin de Dinant, la crête du Condroz, le bassin de Namur, et il est fort improbable que ces divers districts

constituent un système unique au point de vue de l'hydrologie souterraine.

De même, pour les allures de la craie et son énorme extension, Lyell est cité. Dans un traité de géologie où il est question du monde entier, l'auteur ne peut que donner les allures très générales; il lui serait impossible d'entrer dans tous les détails locaux et d'importance théorique nulle. Mais quand il s'agit d'applications pratiques, il faut une connaissance objective détaillée du district spécial. Une étude de ce genre a été faite récemment par M. Rutot pour les Flandres, et un des résultats les plus curieux de son travail a été précisément de constater l'irrégularité et la discontinuité de la craie, dues à des ravinements landeniens.

Du reste, puisque M. Lambert veut prendre les eaux du Primaire (sa phrase sur la situation de Bruxelles n'a pas de sens autrement), il semblerait que la présence de la craie dût lui être assez indifférente. Mais d'autres fois, c'est la craie qui est « le réservoir prédestiné pour servir de citerne » — et que « la Providence semble avoir pris soin de séparer par une couverture d'argile imperméable ». Cette citerne et cette argile jouent un grand rôle dans la théologie hydrologique de l'auteur.

Les efforts de M. Lambert n'ont pas abouti pour Bruxelles et, pour autant que je sache, son projet n'a pas été pris en considération, ni par la ville ni par les faubourgs. Mais l'Exposition de 1897, où figuraient des plans, lui a amené une recrue en la personne d'un conseiller communal d'Anvers, homme bien intentionné mais incompétent. Aussitôt M. Lambert a tout spécialement porté son attention sur la basse Belgique, et en 1898 paraît une brochure où le filtrage au sable est arrangé de la façon que nous avons vue et où un tableau statistique doit démontrer que les localités wallonnes, où l'on consomme des eaux de source, ont une mortalité moindre que celles des Flandres, où l'on n'utilise que des eaux de surface. Ici encore, nous trouvons cette malheureuse tendance d'esprit de trop schématiser. La mortalité est le résultat d'un très grand nombre de causes; la conclusion de M. Lambert pour un seul point spécial est un peu naïve. L'exemple d'Anvers le démontre : la statistique se rapporte à la période décennale 1884-1893, et cette ville y figure avec le taux de 22 °/₀₀; mais si on faisait le calcul pour les cinq années suivantes, on trouverait, je crois, quelque chose comme 17; Anvers viendrait à la base du tableau de M. Lambert et romprait la belle ordonnance de ses chiffres.

M. Rutot, dans son rapport, s'élève avec beaucoup de bon sens

contre cette idée, que les nappes d'eau sont inépuisables. Il cite les difficultés survenues à Liége; je signalerai que M. Lambert parle encore de cette ville comme alimentée à profusion et ne manquant jamais d'eau, alors que l'on dépensait des sommes considérables pour des travaux d'extension des galeries. Londres même, malgré les conditions exceptionnellement favorables, ne serait pas à l'abri des difficultés, et M. Rutot prévoit, dans un avenir encore éloigné, que cette ville sera réduite aux infiltrations quotidiennes sur son vaste bassin. M. Rutot se trompe : l'avenir qu'il considère comme éloigné, est au contraire très proche. En voici les preuves.

En déposant devant la Commission royale de 1893, M. Whitaker dit (p. 47) :

« Une grande étendue de craie est déjà mise à contribution pour » l'alimentation publique; en outre, des puits particuliers prennent » également des quantités considérables; ils ont en fait déjà déprimé » beaucoup le niveau de la nappe sous la partie centrale de Londres. » Le pompage actuel dans le bassin de la Lea donne le maximum » possible, si l'on ne veut sérieusement réduire la rivière, surtout » dans son cours d'amont. Je ne puis d'ailleurs comprendre comment » on peut prendre de grandes quantités au réservoir dans la craie, » sans affecter les rivières. Si on remplaçait les eaux prises maintenant » aux rivières par des eaux puisées dans la craie, tous les cours d'eau » secondaires seraient asséchés. »

Devant cette Commission de 1893, comme devant celle de 1898, les diverses compagnies ont paru en la personne de leurs administrateurs et ingénieurs. On a fourni, sans aucune réticence et avec empressement, tous les renseignements demandés par les commissaires. Mais quand ceux-ci abordent la question du pompage dans la craie, les témoins sont, ou frappés de mutisme, ou bien atteints d'une loquacité extrême pour parler à côté. Les commissaires de 1893 déclarent que « la grande difficulté qu'ils ont rencontrée a été d'obtenir des rensei- » gnements exacts et sûrs sur les effets actuels du pompage », et ils proposent d'imposer un contrôle sévère (p. 180). Dans l'enquête de 1898, on pose à un des ingénieurs cette question bien nette : De combien avez-vous abaissé la nappe aquifère? — Le président de ma Société a déjà répondu à cette question. — Et qu'a-t-il dit? — Il estime que ces renseignements sont plutôt du domaine du *Local Government Board* que de la Commission. — Le général de Courcy Scott fait remarquer qu'il revient au même que les chiffres soient publiés ici ou là. — L'ingénieur entre alors dans des considérations

psychologiques sur l'attitude du public à l'égard des compagnies d'eau. — La Commission insiste et se voit gratifiée d'un cours de droit administratif sur les rapports entre les autorités constituées et les compagnies concessionnaires; mais de chiffres sur les variations du niveau aquifère, point!

Ce silence n'est-il pas suffisamment éloquent? La signification n'est pas douteuse et est corroborée par des faits connus; c'est ainsi que les sources de Chadwell de la *New River C°*, dans le comté de Hertford, ont cessé de couler en 1898, et le comté de Hertford est venu se plaindre amèrement que le pompage excessif des compagnies assèche tous ses puits.

En résumé : le système préconisé par M. Lambert serait d'un prix prohibitif; son utilité réelle pour Anvers se réduit à un nombre restreint de jours par an; il fournirait une eau fortement minéralisée et inférieure comme qualité, d'une façon permanente, à la qualité ordinaire de l'eau actuelle. Les faits sur lesquels ce système est basé sont connus de tout le monde et sont le bien commun de tous les hydrologues; ce qui est bon dans ce système n'est donc pas neuf; en revanche, ce qui est neuf est pour le moins douteux comme exactitude. En admettant qu'il y ait absolument lieu de me sauver, ce n'est donc pas M. Lambert qui me sauvera; je le regrette pour lui et pour moi.

M. *E. Van den Broeck*, Secrétaire général, constate l'unanimité de l'assemblée sur les avis exprimés dans le rapport. Il rappelle que la première brochure de M. Lambert, en 1895, a amené M. le baron van Ertborn à déclarer devant la Société de Malacologie son désaccord complet avec le professeur de Louvain, dont il qualifiait le projet de « pure utopie ». Il s'agissait alors de l'alimentation de la ville de Bruxelles. Pour Anvers, l'opinion de M. van Ertborn n'est guère plus favorable, ainsi qu'il résulte d'une communication faite il y a huit jours à la Société géologique à Liége. M. van Ertborn ayant longtemps habité Anvers et étudié tout spécialement la géologie locale, son opinion fait autorité.

M. le Dr *Jacques* ne trouve pas concluante la preuve expérimentale donnée par M. *Lambert* de l'action adoucissante de la craie. Ces expériences de laboratoire, à l'air libre, permettent le départ de l'acide carbonique en excès, condition importante qui n'est pas réalisée dans la circulation souterraine des eaux naturelles.

ANNEXES.

Les notes suivantes, envoyées après la séance par M. *Ad. Kemna*, sont publiées à titre d'information et pour réunir le plus de documents possible sur le sujet :

M. Lambert donne le poids du mètre cube de craie à environ 2000 kilogrammes; « dans ce chiffre, dit-il, il se trouve 700 kilogrammes d'eau » (brochure de 1898, p. 14). M. Rutot a fait remarquer que 2000 — 700 = 1 300 kilog. et que d'autre part 1 mètre cube — 700 litres = 300 litres, ce qui mettrait le poids de 300 litres de craie sèche à 1 300 kilog., soit une densité de 4.33, alors que la densité réelle est 2.71 pour le spath d'Islande, 2.93 pour l'arragonite.

Dans une conférence donnée le 15 janvier 1885 à l'*Institution of civils engineers* de Londres, M. John Evans, vice-président de la *Royal Society*, cite les travaux de M. Isaac Roberts, d'après lesquels la craie absorberait de $^1/_{12}$ à $^1/_9$ de son poids (*The Theory and Practice of Hydro-mechanics*, p. 11).

Dans cette même conférence, l'auteur appuie tout particulièrement sur certaines erreurs courantes; il dit à la page 18 :

« On ne peut trop insister sur le fait qu'il est au plus haut degré illusoire de se baser sur des moyennes (de pénétration d'eau) dans le cas d'une alimentation à prendre dans un sol poreux. Le maximum sur lequel on puisse compter est la quantité de pluie minimum ou, tout au plus, la plus basse moyenne de trois années consécutives...

» De même, on ne peut assez répéter que chaque gallon enlevé, par pompage, d'un district absorbant, est autant d'enlevé au cours des rivières de ce district... les rivières constituent la mesure exacte de l'excès de la pluie sur l'eau enlevée par l'évaporation et par la végétation. Les rivières n'étant que la décharge du réservoir souterrain, il est évident que toute diminution artificielle de cette réserve doit affecter d'autant les rivières... J'ai entendu des gens parler de réservoirs immenses et inépuisables, accumulés depuis des siècles au sein de la terre et auxquels on n'a qu'à puiser pour suffire à tous les besoins d'une population nombreuse; j'en ai entendu d'autres parler des sources comme s'il y avait dans la nature quelque procédé spontané par lequel il serait produit de l'eau en quantité illimitée. Mais tout le monde ici admettra que l'eau qui est à la suface du sol, ainsi que l'eau qui est sous le sol, n'ont d'autre origine que le ciel qui est au-dessus de nos têtes.

» Le projet de M. Harrison pour obtenir de l'eau par des galeries dans la craie de la vallée de la Tamise signifie tout simplement que toute l'eau fournie par les galeries aura été interceptée sur son chemin pour aller à la rivière ou aura filtré dans les galeries hors du lit même de la rivière. Le débit d'aval de la Tamise sera diminué exactement de la quantité soustraite par les galeries.

» Une quantité annuelle de pluie de 4 pouces fournira, pour chaque mille carré de pays, une quantité quotidienne de près de 160000 gallons, ce qui, à raison de 32 gallons par tête et par jour, suffirait pour une population de 5000 âmes. Une population de 4 millions, comme celle de Londres, alimentée par des puits dans la craie, comme d'aucuns l'ont gravement recommandé, absorberait donc la totalité des eaux d'un district de 800 milles carrés, soit un quart de plus que le comté de Hertfort, et tous les cours d'eau superficiels sur cette vaste étendue disparaîtraient complètement dans les années sèches. »

Deuxième annexe (1).

Lors de l'excursion de la Société à Londres, quelques-uns des membres ont été reçus à Lea-Bridge, par M. Bryan, ingénieur de la *East London C°*. Nous avons vu en exploitation un puits de mine de 4 mètres de diamètre et de 100 mètres de profondeur, pénétrant dans la craie par deux étages de galeries (4 par étage); sur chacune de ces galeries principales sont branchées d'autres galeries. Le puits donne une grande quantité d'eau, mais uniquement par ses galeries supérieures; tout le système inférieur est dans la craie compacte, n'a rencontré que des fissures de faible débit et est pratiquement un réservoir pour les galeries supérieures. Ce puits a été commencé il y a douze ans et travaille à plein débit depuis sept ans. C'est donc le projet Lambert avant la lettre. Les eaux sont souvent un peu troubles et ne sont pas alors employées directement, mais soumises à un filtrage au sable. Deux autres puits étaient en construction; dans l'un d'eux, on a percé dans le radier des galeries, des forages de 6 pouces allant à 200 pieds plus bas.

Lorsque tous ces puits seront terminés, la East London C° pourra y prendre le quart de sa consommation; les trois autres quarts continueront à être prélevés aux rivières et filtrés au sable.

Le fait intéressant, c'est la compacité de la craie dans les couches un

(1) Extrait de la *Technologie sanitaire* du 1er octobre 1899.

peu profondes. D'un autre côté, sur le bord Sud du bassin crétacé belge, la craie est fortement fissurée et par conséquent très aquifère; plus au Nord, la craie est au contraire compacte et stérile (Ostende, Gand). Là où il y a eu des mouvements de relèvement, il y a eu fracture des roches; là, au contraire, où, comme dans le centre du bassin crétacé, il y a eu repos géologique, il n'y a pas eu de fissuration. J'ai eu l'occasion d'exposer ces vues à M. le professeur W. Boyd Dawkins, qui les a déclarées exactes; il a ajouté que sa longue expérience lui a montré que toujours, dans un pli anticlinal, la craie est fissurée, tandis qu'elle est compacte dans un pli synclinal. On voit encore une fois, par cet exemple, de quelle importance sont, au point de vue pratique, les différences locales, et combien le rapport de M. Rutot avait raison d'insister sur ce point. M. Lambert dit : Il y a de l'eau dans la craie en de nombreux endroits; pourquoi n'en serait-il pas de même partout? Mais on pourrait renverser le raisonnement et dire : Il n'y a pas d'eau dans la craie à Ostende, à Gand; pourquoi n'en serait-il pas de même ailleurs? Le raisonnement serait aussi exact, ou plutôt aussi erroné.

AD. K.

Comme suite aux communications qui précèdent, M. *Kemna* a encore demandé l'insertion, dans le présent procès-verbal, d'une étude qu'il a publiée dans la *Technologie sanitaire* et qui répond à la brochure que M. Lambert a fait paraître en réponse au rapport publié plus haut.

Par suite du retard de publication des Procès-Verbaux de nos séances de 1899, il a été possible de fournir directement ci-après, et comme dernière annexe aux exposés qui précèdent, l'étude de M. Kemna.

Le système de M. G. Lambert pour le captage des eaux de la craie,
par M. AD. KEMNA.

On a pu lire dans les numéros antérieurs de ce journal le rapport de M. Rutot, au nom de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie, sur le projet de M. Lambert. Ce rapport démontrait d'une façon péremptoire que le projet n'avait aucune chance de donner des résultats; c'est ce que M. le baron van Ertborn avait dit d'une façon lapidaire en le qualifiant de « pure utopie ».

M. Lambert vient de publier une nouvelle brochure intitulée: *Captage des eaux de la craie par larges puits de mine, système G. Lambert.* En réalité, c'est une réponse au rapport de M. Rutot.

Je l'ai lue avec la plus grande attention, et je dois déclarer en toute sincérité ne pas y avoir trouvé un seul argument nouveau. L'auteur y répète toutes ses affirmations antérieures, avec la même énergie, la même ténacité. Les objections qui ont paru si sérieuses à l'unanimité des membres de la Commission, à tous les assistants à la séance où il a été donné lecture du rapport, n'ont pas pu entamer la foi robuste de M. Lambert. Synthétisant dans une série de diagrammes tout ce qui est connu de l'hydrologie des bassins crétacés en Belgique et à Londres, le rapporteur avait fait ressortir les différences qui font qu'il y a de l'eau en abondance à Londres, qu'il y en a encore beaucoup à Mons, qu'il y en a déjà trop peu à Bruxelles et qu'il y en aurait probablement moins encore à Anvers, et de mauvaise constitution chimique. M. Lambert, imperturbable, répète : « Pourquoi ce qui existe au Borinage, à » Anzin et à Londres, serait-il irréalisable à Anvers ou aux envi- » rons (page 8)? »

Toutefois, il me semble qu'il y a une légère variante; ce n'est plus du Sud ou de l'Ouest, c'est « inépuisablement du grand bassin du Nord » que viendraient les eaux. Étant donné que toutes les couches plongent vers le Nord, cette alimentation à rebours est de la plus haute improbabilité. Malgré cela, l'affirmation de M. Lambert est émise avec la même sérénité que toutes les autres.

Comme la nouvelle brochure n'est que la répétition des anciennes, il n'y a pas lieu de la discuter en détail. Je n'ai du reste pas la prétention de convaincre M. Lambert; le rapport de M. Rutot, à ce point de vue, a été un échec complet. Mais il y a utilité pourtant, pour le public impartial, à faire quelques remarques.

Tout d'abord sur la composition de la Commission : sont cités MM. Mourlon, Rutot, Van den Broeck, Dr Van de Wiele et Van Ysendyck, et qualifiés « d'éminents géologues ». Je proteste! Je faisais partie de la Commission et je réclame ma part d'éminence; j'étais membre consultatif, *avec M. Lambert*. Ce détail a son importance. M. Lambert a eu connaissance du rapport avant le vote, il avait le droit et peut-être même le devoir de dire toute sa pensée, de présenter des objections, de montrer à ses collègues en quoi ils se trompaient, en quoi ils interprétaient mal tel ou tel point du système sur lequel ils avaient à donner leur appréciation. C'est bien ainsi que l'a compris M. Lambert; il a paru dans la Commission, il a usé du droit de soulever des objections; il a accompli son devoir d'éclairer ses collègues. Mais, dès lors, le vote unanime démontre que la Commission n'a pas considéré ces objections comme fondées; le rapport est une réfutation

anticipée de la brochure de protestation, ou plutôt cette brochure n'avait plus lieu d'être. Inutile pour les membres de la Commission, qui avaient reçu connaissance de tous les arguments avant d'asseoir leur conviction, cette brochure, en oubliant de mentionner l'intervention de M. Lambert avant l'adoption du rapport, peut avoir le grand inconvénient d'induire le public en erreur. Je crois donc rendre service à M. Lambert en réparant cet oubli.

Parmi les choses extraordinaires des écrits hydrauliques de l'honorable professeur de Louvain, il y avait surtout l'action adoucissante de la craie et la formidable capacité aquifère de cette roche.

La Commission n'a nullement contesté les résultats expérimentaux obtenus par M. Lambert au sujet de la diminution de dureté d'une eau calcaire ruisselant lentement sur des fragments de craie; mais elle a émis l'idée qu'il s'agissait là, non d'une précipitation chimique dont le mécanisme ne se comprendrait pas, mais simplement d'une dissociation par étalement à l'air. Il eût été déplacé d'aller faire, à l'usage de M. Lambert, un cours de chimie élémentaire, de lui rappeler la formation des stalactites et des stalagmites, l'apparition d'une pellicule très visible dans les carafes, etc. L'épandage d'une eau carbonatée calcaire sur n'importe quel substratum doit donner le même résultat, et la Commission a dit que, par exemple, des billes de verre auraient le même effet. M. Lambert répond que l'« on ne saurait prendre au sérieux » l'histoire des billes de verre... Les eaux provenant des bancs de » galets sont généralement à haut degré hydrotimétrique. Ces galets » siliceux et souvent quartzeux sont pourtant de véritables billes en » verre naturel. » M. Lambert a mal compris; il ne s'agit nullement de la composition chimique du substratum, mais uniquement de l'étalement à l'air permettant la dissociation, condition qui n'est pas réalisée dans les couches de galets, pas plus que dans les fissures des roches calcaires en place; dans ces fissures, l'eau dissout les parois encaissantes, se charge de calcaire et augmente de dureté; mais quand elle vient à l'air, le bicarbonate se dissocie et l'eau devient incrustante.

M. Lambert ne s'en tient pas à cet argument géologique des couches de galets; il a constaté « que l'eau de la distribution de la ville de » Bruxelles exposée à l'air ne s'adoucit ni plus ni moins sur des billes » de verre que sans billes ». Mais c'est ce que disait la Commission, le substratum n'y fait rien, cette cause n'agit donc pas et M. Lambert lui-même démontre que tout est dans « l'exposition à l'air », car il a obtenu sans craie, avec ou sans billes, une diminution de la dureté, mais « ni aussi vite ni aussi bas que par l'action de la craie ». Ainsi,

au lieu d'une action spécifique de la craie, action « remarquable, étonnante, extraordinaire » (les adjectifs se trouvent à la page 10 de la brochure de 1898), nous avons une action qui appartient encore à d'autres substances, puisque cela va aussi avec des billes de verre, — une action qui n'appartient même à rien du tout, puisque cela va aussi sans billes de verre! Il n'y aurait qu'une différence d'intensité, la craie étant plus efficace; mais les billes de verre et le néant ont le même coefficient d'efficacité. N'avais-je pas raison de dire à la séance de la Société de Géologie, en parlant de cette découverte, « qu'il serait cruel d'insister »?

On se rappellera sans doute que M. Lambert disait que « dans un mètre cube de craie massive et saturée d'eau, dont le poids est de 1 990 kilogrammes, il y avait 700 kilog. d'eau ». Cela mettait la densité de la substance minéralogique à 4.33, soit presque le double de la densité réelle. Ceci, par exemple, était absolument inexplicable. Mais nous apprenons qu' « une erreur du copiste a majoré ce chiffre dans la deuxième édition, 1898 (voir page 15 de la première édition, 1893) ». Ce n'est donc pas la craie qui est plus lourde que de raison, mais c'est la correction des épreuves qui a été un peu légère. Devant cette déclaration, on ne pouvait que s'incliner.

Mais je me suis reporté à la page 15 de cette première édition de 1893. Je n'ai de cette année qu'une seule brochure de M. Lambert, *La question des eaux à Bruxelles*, et ce ne doit pas être la bonne, car il n'y a rien au sujet de la capacité aquifère de la craie à la page 15.

Je me suis donc rabattu sur la brochure de 1898. Il y a à la page 14 un chapitre intitulé : *Quelques chiffres intéressants sur la quantité d'eau que renferme la craie;* les mots « 700 kilog. d'eau » sont imprimés en très gros caractères, de façon à frapper immédiatement l'œil.

Tout le chapitre comporte vingt lignes d'impression; sur ce nombre, il y en a quatorze consacrées à des calculs, au nombre de trois. Le premier donne la quantité d'eau contenue dans une couche de craie de 40 mètres d'épaisseur pour une surface de 1 000 hectares; cette quantité est de 286 millions de mètres cubes. On peut donc poser l'équation suivante :

$$10000000 \times 40 \times x = 286000000,$$

dans laquelle x sera la teneur en eau par mètre cube de craie; on voit que le calcul a été fait sur 700 litres.

Les deux autres calculs sont destinés à montrer la grandeur de cette ressource, qui pourrait alimenter 3810000 personnes à raison de

75 litres par jour, ou les 150000 habitants du littoral belge pendant soixante-dix ans environ. Et tous ces calculs sont basés sur un rendement de 700 litres par mètre cube de craie. Et ce chiffre de 700 est une erreur du copiste! Mais cette erreur se répercute dans trois calculs successifs et pour des nombres sur lesquels on attire tout spécialement l'attention! Je ne me charge pas d'expliquer ces anomalies.

La Commission a cité les résultats géologiques et hydrologiques de plusieurs sondages pour démontrer que souvent la craie était compacte et les eaux minéralisées proportionnellement à la profondeur. M. Lambert répond longuement que les *sondages* ne signifient rien et n'ont aucun rapport avec son système à lui, dont l'essence gît dans les grandes dimensions du puits et dans la possibilité de pousser à volonté, dans les directions favorables, des galeries drainantes. Ce sont là, en effet, de sérieux avantages pour la question de quantité; toutefois, même à ce point de vue, on pourrait avoir de sérieux mécomptes. Je crois me rappeler que l'un des principaux arguments qu'on a fait valoir pour le tunnel du Pas-de-Calais est précisément la compacité de la craie. Et puis, que peuvent bien faire les dimensions du puits et des galeries sur la composition chimique de l'eau? Les sondages et les puits artésiens étaient les seuls éléments d'appréciation à la disposition de la Commission, et elle en a tenu compte. Si réellement le système de M. Lambert est si entièrement nouveau, on ne peut raisonner que par analogie ou par affirmation. La Commission a appliqué la première méthode; M. Lambert ne veut que la seconde.

Il est reproché à la Commission qu'elle s'est engagée quelque peu à la légère, attendu qu'elle ne savait pas dans quelle localité on creuserait le puits et les galeries. C'est un renseignement qu'il ne tenait qu'à M. Lambert de fournir et qui lui a été demandé en vain; c'est son droit strict de garder un secret, mais il a tort de faire argument de ses propres réticences sur ce point qu'il considère comme essentiel. Du reste, ce secret n'en est pas un; c'est à Vilvorde que M. Lambert voulait s'établir.

Voilà tout le contenu de la brochure. Au lecteur à juger si cela suffit pour entamer le rapport de M. Rutot. La cause est entendue et il y a lieu de clore définitivement ce débat.

AD. K.

(*Technologie sanitaire*, 5e année, numéro du 15 novembre 1899.)

Communications des membres :

M. A. Rutot fait une communication dont il a envoyé le résumé suivant :

A. Rutot. — Sur le creusement de la vallée de la Lys.

L'orateur indique sommairement les diverses phases du creusement de la vallée de la Lys, d'après les nombreuses observations qu'il a pu effectuer, surtout dans la région des collines, lors de ses levés géologiques dans la Flandre occidentale.

Le sommet des principales collines du Sud-Ouest de la Flandre occidentale atteint 156 mètres.

Ces collines présentent des terrasses plus ou moins bien marquées.

Les premières, comprises entre les altitudes de 137 à 115 mètres et qui doivent être très anciennes, probablement d'âge pliocène moyen, sont les moins bien caractérisées; mais plus bas, entre les altitudes 80 à 40, s'étend une terrasse large de plusieurs kilomètres.

Après une descente brusque de 20 mètres, la basse terrasse, également très large, s'étend sous une partie du grand fond plat de la vallée, la rivière coulant elle-même en contre-bas de 5 mètres (cote 15), dans un sillon assez large, couvert d'alluvions modernes.

Les sondages creusés dans la zone couverte d'alluvions modernes donnent généralement 4 mètres d'alluvions argilo-sableuses, 1 mètre de tourbe, puis de 20 à 25 mètres d'un sable gris, qui est le facies sableux du limon hesbayen. Ce sable repose à son tour sur 5 à 10 mètres de sables grossiers, hétérogènes, peu caillouteux, très coquilliers, qui représentent le Campinien.

Vers Courtrai, le véritable fond de la vallée de la Lys dépasse par conséquent la cote — 15; la hauteur totale du sillon creusé dans la masse des sédiments marins tertiaires est donc de plus de 170 mètres.

Les sondages effectués sur la terrasse basse (cote 20) montrent d'abord le sable blanc flandrien à facies marin, épais de plusieurs mètres, reposant, avec cailloutis très localisé à la base, sur la masse de sable gris foncé, limoneux, hesbayen. Celui-ci repose à son tour sur les sables graveleux campiniens.

Si l'on suit le Flandrien en montant, on peut le reconnaître jusqu'à la cote 50 environ, à partir de laquelle il cesse de se montrer.

Si, du fond de la vallée, on suit, en montant, le Hesbayen, on peut le retrouver d'une manière continue sur les pentes et sur les terrasses

moyenne et supérieure jusqu'à la cote 140, sans avoir la certitude absolue qu'il ne peut monter plus haut.

Des coupes et des sondages effectués sur la terrasse moyenne, de la cote 40 à la cote 80, montrent, sous le limon hesbayen, de la glaise verte stratifiée, surmontant souvent des sables blancs grossiers, à allure fluviale, avec épais cailloutis à la base. Cet ensemble de glaise et de sable constitue l'assise moséenne, la plus ancienne du Quaternaire, et M. Rutot admet que le cailloutis de base, qui repose directement sur le soubassement éocène, a été déposé tout à la fin de l'époque pliocène; il ne serait donc nullement le cailloutis de base du Moséen.

Au sommet de la glaise moséenne, il existe un cailloutis moins important que celui du bas, séparant nettement le Moséen du Hesbayen et appartenant au Moséen, dont il constitue le sommet.

Le Moséen : gravier supérieur, glaise verte et sables fluviaux, ne monte jamais plus haut que la cote 80; toutefois il peut descendre plus bas que la cote 40, mais jamais plus que la cote 25 environ.

Quelles conclusions peut-on tirer de ces faits et d'autres non signalés ci-dessus :

1° Que le commencement du creusement de la vallée de la Lys coïncide avec le retrait vers le Nord de la mer diestienne (Pliocène inférieur).

2° Que tout à la fin des temps tertiaires, la vallée s'était creusée : sur les berges, jusqu'à la cote 80, et sur le fond, dans le thalweg, jusqu'à la cote 40.

C'est à ce moment que le gros cailloutis pliocène s'est déposé sur le fond, large souvent de plus de 5 kilomètres.

3° Que le Quaternaire (*Moséen*) a commencé par une époque de creusement, pendant laquelle le fond maximum de la vallée est descendu de la cote 40 à la cote 20. Ce nouveau fond n'a été recouvert que par un très faible cailloutis.

4° Que le Quaternaire (*Moséen*) a continué par une crue considérable qui, du niveau de l'eau, vers la cote 25, est montée jusqu'à la cote 80 sans la dépasser. C'est cette crue qui a déposé sur la pente basse et sur toute la terrasse moyenne (cotes 40 à 80) les sables fluviaux et les glaises du Moséen.

5° Après le maximum de crue, les eaux ont dû recreuser leur vallée au travers des sédiments moséens qui encombraient le lit, dénudant et dispersant de vastes revêtements de ces dépôts. Ce recreusement a été accompagné d'un apport de cailloux qui ont recouvert les lambeaux de dépôts moséens respectés et constituent le cailloutis supérieur du Moséen.

6° Après une période de tranquillité et de basses eaux, le creusement de la vallée a repris.

Dans le large lit établi entre les cotes 25 et 20, un important sillon se creusa, portant le fond de la cote +20 à la cote —15. Ce creusement, qui fut le dernier et qui amena le fond au maximum de profondeur, a donc été de 35 mètres.

Ce phénomène s'est produit pendant la première moitié de l'*époque campinienne.*

7° Le creusement maximum ayant pris fin, une importante crue se produisit, sans toutefois dépasser la hauteur de la basse terrasse, c'est-à-dire la cote 26. L'amplitude de la crue fut donc de 40 mètres environ.

Pendant cette crue se déposèrent les sables plus ou moins graveleux, coquilliers, qui remplissent le fond de la vallée et constituent les sables *campiniens.*

8° Après la crue, les eaux recreusèrent leur lit au travers des sédiments campiniens, mais elles n'atteignirent plus l'ancien fond maximum, sur lequel reposent toujours de 5 à 10 mètres de sables graveleux campiniens.

9° A peine ce dernier creusement, terminant la *période campinienne,* venait-il d'avoir lieu, que se produisit le plus étonnant phénomène de l'époque quaternaire : c'est la formidable *crue hesbayenne.*

Animées d'une très faible vitesse, les eaux à écoulement lent montèrent, montèrent toujours. Parties de la cote zéro environ, elles envahirent la terrasse basse de 20 à 25 mètres, la pente rapide de 25 à 40 mètres, la terrasse de 40 à 80 mètres (où elles recouvrirent les dépôts de la crue moséenne), la pente rapide conduisant aux hautes terrasses de 115 à 137 mètres et, enfin, s'élevèrent jusqu'au moins l'altitude 140.

Ces eaux, très chargées de matières fines en suspension, abandonnèrent partout sur les versants des vallées et sur les plateaux séparant les vallées, un manteau continu de limon gris, stratifié, renfermant des *Helix,* des *Succinées* et des *Pupa,* et dont l'épaisseur peut atteindre 20 à 25 mètres en certains points. C'est le *limon hesbayen* ou *lœss.*

La crue hesbayenne fut donc d'au moins 140 mètres d'amplitude; toutefois, à cause de la très faible vitesse des eaux, elle ne causa aucune érosion; tous les dépôts qu'elle recouvrit ont été intégralement conservés. Il n'y eut que dépôt de limon, à facies sableux dans les dépressions, à facies argileux vers les hauteurs.

9° La crue hesbayenne ayant cessé, les eaux recreusèrent leur vallée au milieu de l'énorme masse de limons déposés, mais, dans la vallée

de la Lys, les anciennes profondeurs maxima ne furent plus atteintes, car le lit de la rivière actuelle n'est creusé dans la masse limoneuse, qui remplit la vallée campinienne, que jusque la cote 10 environ, laissant, sous les alluvions modernes, de 10 à 15 mètres de Hesbayen et de 5 à 10 mètres de Campinien.

10° C'est probablement pendant cette dernière période de recreusement, concordant avec un climat sec, que, sous l'influence de vents d'Est, la surface desséchée du limon fut, dans la région Est du pays, remaniée par le vent et emportée, puis déposée plus loin vers l'Ouest, sans toutefois que ce dépôt éolien, qui a reçu le nom de *Brabantien*, atteignît le cours actuel de l'Escaut au Sud de Gand.

Après le recreusement, le même phénomène a persisté pendant un certain temps, car le limon éolien s'est déposé à toutes altitudes jusqu'au niveau actuel des eaux. De toutes façons, aucune trace du Brabantien n'a pu être constatée dans la région de la Lys.

11° C'est alors qu'un mouvement lent d'affaissement du sol, ayant son amplitude maximum dans la région Nord-Ouest du pays, fit entrer les eaux marines dans les vallées des cours d'eau.

Une bonne partie des vallées se transformèrent de cette façon en chenaux maritimes, puis, dans la région basse du pays, la mer montant toujours, les eaux passèrent au-dessus des crêtes de partage, et finalement plus d'un tiers du pays fut submergé.

D'autre part, le haut cours des vallées fut soumis à une crue d'eau douce considérable, de sorte que dans la partie couverte par les eaux marines, il se déposa principalement du sable meuble, assez grossier, à faune marine, tandis qu'un limon de crue, assez sableux et stratifié, qui est l'*ergeron*, se déposa dans la région non envahie.

La nature de l'ergeron montre que la vitesse des eaux qui le déposèrent fut sensiblement plus grande que celle des eaux qui constituèrent le Hesbayen; aussi l'ergeron ravine-t-il souvent les dépôts sous-jacents; mais vers la fin la vitesse se ralentit, et au-dessus du sable marin, comme de l'ergeron, vint se déposer une vase argileuse dite « terre à briques ».

La période pendant laquelle ces phénomènes se passèrent a reçu le nom de *Flandrien*.

Rappelons que le mouvement d'affaissement du sol, qui a été cause de l'envahissement marin de plus d'un tiers de notre pays, a également provoqué la formation de la Manche, puis du Pas-de-Calais.

Enfin, dans la région de la Lys, seul le sable marin, surmonté de la zone limoneuse, s'est déposé.

Un faible mouvement de soulèvement suffit pour faire se retirer les

eaux marines vers le Nord, et les rivières reprirent leur cours normal en modifiant toutefois assez profondément la partie basse de leur trajet.

12° Avec le maximum de retrait de la mer flandrienne concorde la fin précise de l'époque quaternaire et le commencement de l'époque moderne.

On sait que sur la vaste surface des sédiments exondés s'établit un régime de tourbières qui persista dans nos régions jusqu'à la fin de l'époque gallo-romaine (commencement du IVe siècle).

En effet, un peu après le règne de l'empereur Posthume, la mer fit de nouveau irruption et couvrit la zone littorale appelée « plaine maritime ». Pendant cette invasion se déposèrent les alluvions marines à Scrobiculaires, puis l'argile inférieure des polders.

Un peu après Charlemagne, la mer se retira encore au delà de ses limites actuelles; enfin, vers le XIIe siècle, recommença une période d'invasions marines désastreuses qui aboutit, en 1170, à la formation du Zuyderzée et au détachement des îles de la Frise.

Ces invasions marines furent accompagnées du dépôt d'un sable marin dit « sable à Cardiums » et noté *alq* dans la légende de la Carte géologique; il fut surmonté, depuis l'an 1500 jusqu'à nos jours, de l'argile supérieure des polders.

C'est pendant que se passaient ces phénomènes sur le littoral que la Lys préparait et établissait son lit actuel.

Voilà donc, brièvement racontée, l'histoire du creusement de la vallée de la Lys, histoire basée strictement sur des faits positifs, sur des érosions, sur des dépôts, sur des superpositions observées.

Il serait d'un haut intérêt de voir la Paléontologie venir ajouter des lumières à celles de la Stratigraphie. Malheureusement, cette science est ici muette; je n'ai pas eu l'occasion de rencontrer le moindre ossement de vertébré dans tout le cours de mes études.

Mais, en revanche, les données ethnologiques viennent, dans certains niveaux, jouer un rôle très important.

C'est ainsi que nous avons dit que le dernier phénomène appartenant au Pliocène a été le dépôt d'un épais cailloutis de rognons de silex charriés de la crête de l'Artois; ce cailloutis s'est étendu sur le fond de la vallée à cette époque reculée, fond qui était élevé de plus de 20 mètres au-dessus du niveau actuel des eaux.

Or, à peine ce cailloutis s'était-il déposé, que des tribus humaines vinrent s'y établir et en utiliser les éléments comme percuteurs et comme racloirs.

Cette première occupation humaine de notre sol concorde donc avec l'aurore du Quaternaire, et l'industrie de ces populations primitives a reçu le nom d'*industrie reutelienne*.

Pendant que nos ancêtres se livraient à cette industrie, les eaux, rassemblées dans la passe profonde, érodaient leur lit, et la vallée s'approfondit d'environ 20 mètres, après quoi le mouvement de creusement s'arrêta. Il se déposa alors sur le nouveau fond un cailloutis insignifiant qui ne fournit pas à l'homme la matière première nécessaire à la confection de son outillage.

Mais, dans d'autres vallées (Dendre, Haine, Sambre), le cailloutis de cette époque fut plus important et les hommes s'y portèrent en les couvrant de débris de l'industrie *reutelo-mesvinienne*. Dans la vallée de la Lys, nous devrions donc trouver dans le cailloutis de base des dépôts de la terrasse inférieure, l'industrie reutelo-mesvinienne; malheureusement, jusqu'ici, nous n'avons rien trouvé, ce qui s'explique précisément par l'insignifiance du cailloutis des bas niveaux (1).

Mais simultanément avec la fusion du premier glaciaire quaternaire se produisit la crue moséenne.

Cette crue couvrit le fond des vallées jusqu'à l'altitude de 80 mètres environ et déposa les sables et les glaises dit moséens. Ces dépôts recouvrent à la fois le cailloutis de la terrasse de 20 mètres au-dessus du niveau actuel des eaux et le faible cailloutis à peine plus élevé que le niveau actuel des eaux.

Après la crue, les cours d'eau recreusèrent leur lit au travers des sédiments déposés, et cette érosion fut accompagnée d'un nouvel apport de cailloux, qui a recouvert les lambeaux respectés des couches sableuses et argileuses moséennes.

Ce nouveau cailloutis, qui est le gravier supérieur du Moséen, a ainsi couvert toute la terrasse de 20 mètres, ainsi que les régions plus basses, et les peuplades qui avaient dû fuir la crue moséenne, en se réfugiant sur les altitudes de plus de 80 mètres, revinrent occuper, en plus petit nombre, la terrasse de 20 mètres et utiliser le cailloutis qui s'y était déposé. Mais ces peuplades avaient évolué, et c'est en possession de l'*industrie mesvinienne* qu'elles revinrent dans la vallée de la Lys.

C'est bien, en effet, cette industrie que nous rencontrons dans le cailloutis supérieur du Moséen.

Vu le peu de ressources en matière première qu'offrait le cailloutis,

(1) Les recouvrements de limon hesbayen et de sable flandrien rendent du reste les recherches très difficiles.

tout ce qui était utilisable fut assez vite employé, et la rareté relative des instruments mesviniens montre qu'après avoir épuisé l'approvisionnement de silex, les populations mesviniennes se retirèrent vers le Sud.

Dès lors, la région devint à peu près déserte et, seules, quelques faibles tribus à *industrie chelléenne* vinrent s'aventurer dans la Flandre, abandonnant de-ci de-là, dans leurs pérégrinations, quelques instruments amygdaloïdes typiques en silex étranger à la région.

Pendant ce temps, le creusement maximum de la vallée s'achevait et, plus tard, les dépôts campiniens vinrent s'y amasser.

Malgré la crue campinienne, qui ne dépassa jamais le niveau de la terrasse inférieure, la terrasse de 20 mètres fut de tout temps accessible, et c'est directement sur le cailloutis à industrie mesvinienne que les Chelléens nomades abandonnèrent leurs outils.

Le fait a été prouvé d'une manière précise lors de l'excursion aux environs d'Ypres, que j'ai conduite en juin 1899.

En montrant dans la tranchée du tramway vicinal, à Wytschaete, la superposition du limon hesbayen aux sédiments moséens, et alors que j'indiquais, séparant les deux dépôts, le cailloutis supérieur du Moséen en disant qu'il renferme l'industrie mesvinienne, mais qu'il pouvait aussi renfermer l'industrie chelléenne, au même moment, M. le docteur V. Jacques, secrétaire général de la Société d'anthropologie de Bruxelles, retirait de ses mains une moitié de hache chelléenne caractéristique.

Depuis lors j'ai fait moi-même quelques découvertes analogues.

Mais le dernier grand glaciaire était près de son apogée et le climat, dans les Flandres, était devenu trop rigoureux pour qu'elles pussent encore être habitables.

C'est à ce moment que, la température changeant, la calotte de glace se mit à fondre rapidement, provoquant la formidable crue hesbayenne.

Toute la région fut submergée sous les eaux, qui déposèrent le manteau de limon hesbayen, et il semble que la Flandre occidentale ne fut plus habitable pendant tout le reste de la période quaternaire.

Cela s'explique du reste facilement, car après le retrait des eaux de la crue hesbayenne, la mer flandrienne vint couvrir, à son tour, le pays.

Aucune découverte d'objets paléolithiques moins anciens que le Chelléen n'a donc été faite jusqu'ici en Flandre, et les vestiges humains ne se retrouvent plus que dans les terrains modernes, où l'on rencontre l'*industrie néolithique* assez bien développée.

A ce sujet, rappelons la découverte toute récente de palaffites, ou habitations sur pilotis, reconnues par l'abbé Claerhout dans les marécages que traverse la Mandel, affluent de la Lys.

Ajoutons, fait intéressant, que ces villages sur pilotis ont été habités sans interruption, depuis l'époque néolithique, au travers des époques du bronze, du fer et belgo-romaine, jusqu'au haut moyen âge.

Telle est, en résumé, l'histoire de la vallée de la Lys, que je compte développer en grand détail dans un mémoire dont la première partie est déjà rédigée (1).

Le paléontologiste Marsh.

M. *Van den Broeck* donne lecture de la première partie d'une notice nécrologique sur la vie et les travaux de M. le professeur *Marsh*, membre honoraire de la Société.

Cette notice paraîtra aux Mémoires aussitôt qu'elle aura pu être complétée par quelques documents encore attendus d'Amérique.

La séance est levée à 10 h. 50.

(1) L'auteur, profitant de l'impression, en 1902, de sa communication d'avril 1899, y a introduit l'exposé des résultats de ses dernières études.

NOTES ET INFORMATIONS DIVERSES

EXPÉDITION ANTARCTIQUE BELGE.

La *Société royale belge de Géographie de Bruxelles* se hâte d'annoncer qu'elle a reçu, mardi 4 avril, à 11 heures du soir, le câblegramme suivant :

« J'ai le regret de vous annoncer que Wincke est décédé le 22 janvier 1898, et que Danco est décédé le 5 juin 1898; sinon tout est bien à bord, sans avarie. — Résultats très satisfaisants, bonnes collections. — Visité la baie Hughes et la Terre Palmer; fait une reconnaissance hydrographique dans ces parages; recueilli nombreux échantillons de roches; vingt débarquements. — Puis fait route vers la Terre d'Alexandre Ier, pénétré dans le pack dans l'Ouest de la Terre d'Alexandre Ier. Latitude extrême 71°36; longitude 92° Ouest. – Obligé d'hiverner; beaucoup de mauvais temps, mais pas de froid intense pendant l'hivernage, sauf pendant le mois de septembre, minimum 43° centigrades au-dessous de zéro, le 8 septembre 1898. — Beaucoup dérivé au gré des vents; sorti du pack le 14 mars 1899. — Fait route vers Punta Arenas, y arrivé le 28 mars 1899. — Envoyez les lettres à Punta Arenas. »

DE GERLACHE.

Le lieutenant d'artillerie Danco, qui était chargé spécialement à bord des observations sur la physique du globe, et le novice norvégien Wincke ont payé de leur vie leur participation à l'entreprise hardie à laquelle ils s'étaient dévoués.

C'est un devoir de rendre, sans tarder, hommage à leur courage et à leur dévouement.

SECTION PERMANENTE D'ÉTUDES DU GRISOU

SÉANCE DU 26 AVRIL 1899.

Présidence de M. **A. Rutot**, *vice-président.*

La séance est ouverte à 4 h. 50 de l'après-midi.

M. *Beernaert*, président de la Section permanente d'études du grisou, fait excuser son absence.

M. le *Secrétaire général* dépose sur le bureau le *Procès-Verbal de la séance du 14 novembre 1898.* — Adopté.

M. *Van den Broeck* demande la parole pour apporter les rectifications suivantes à la communication qu'il a faite à la séance du 14 novembre 1898, sous le titre : *Les prévisions grisouteuses*, recherches préliminaires faites à l'occasion des « avertissements » de M. Francis Laur. Analyse des faits et observations complémentaires relatives à l'exposé des données fournies par les éléments magnétiques.

Voici en quoi consistent les petites rectifications de détail que M. Van den Broeck se voit obligé de faire à cette note, page 18, note 1. A propos des indications fournies par le *Bulletin quotidien de l'Observatoire royal d'Uccle,* au sujet du chiffre quotidien, publié par lui, de la déclinaison magnétique, observée à midi, ladite note dit :

L'observation est faite en réalité au midi de Greenwich, en avance variablement d'un quart d'heure à une demi-heure (trente-quatre minutes maximum) sur notre midi local.

Il faut lire :

... midi de Greenwich en retard de $17^{m}28'9''$ sur notre midi local.

Page 90, § 3, ligne 14 :

A Bruxelles, l'observation de la déclinaison magnétique faite *quatre* fois par jour...

Il faut lire :

Une fois par jour.

Correspondance :

M. *Kersten* annonce qu'il continue son enquête relative aux signes d'activité grisouteuse pendant les mois de janvier et de février, mais que jusque maintenant elle n'a donné aucun résultat.

M. *Catier*, ingénieur au charbonnage de Marchienne-au-Pont, fait connaître les constatations faites surtout pendant la seconde quinzaine du mois de mars, au sujet des dégagements de grisou.

Les pressions de terrain et les dégagements grisouteux ont été particulièrement accentués pendant cette période, surtout aux chantiers de 833 et de 866 mètres. Il rapporte notamment que le 24 mars, il y a eu une forte pression avec dégagement abondant de grisou à 833 mètres.

Le 31 mars, on a constaté des pressions énergiques sur les fronts et surtout sur le trait de France du chantier de 866 levant. Il tiendra note de toutes les particularités qui pourront se produire dans la suite.

La note suivante, qui accompagne la lettre de M. l'ingénieur Catier, est relative aux constatations faites en janvier et février 1899.

Phénomènes grisouteux du Charbonnage de Marchienne, à Marchienne-au-Pont (janvier et février 1899).

Du 4 au 7 janvier 1899, on a constaté de fortes pressions de terrain avec dégagement de grisou dans les chantiers de 833, 844 et 1025.

Du 25 au 30 janvier, de fortes pressions dans tous les chantiers; vers la mi-février, de fortes pressions avec dégagement abondant de grisou, particulièrement à 866 levant.

Dans la nuit du 26 au 27 février, pressions excessives et éboulement partiel à 833 notamment; ces pressions ont duré plusieurs jours.

Le charbonnage de Marchienne exploite un gisement en allure de plateure faiblement inclinée au Midi; les plateures sont séparées par quelques faux dressants qui, généralement, ne se font pas. Le faisceau de couches actuellement déhouillé est traversé par deux grands dérangements qui sont probablement la faille du pays de Liége et la faille du Carabinier, mais leurs tracés ne sont pas encore bien déterminés.

Les terrains qui encaissent les couches se délitent rapidement au contact de l'air et sont assez difficiles à maintenir.

La mine de Marchienne est fort sensible aux dépressions baromé-

triques, qui se manifestent dans les travaux par une quantité plus grande de grisou. Elle est classée par l'Administration dans la catégorie 2B des mines à grisou.

M. *Van den Broeck,* à propos des fortes pressions signalées à Marcinelle pour la nuit du 26 au 27 février, fait remarquer que dans la nuit du lundi 27 février, un léger tremblement de terre lui a été signalé par M. l'ingénieur Atkinson comme s'étant produit à Manchester.

Toutefois, dans les mines situées à 45 milles de Manchester que surveille M. Atkinson, celui-ci n'a pas appris qu'on y ait signalé la répercussion, grisouteuse ou autre, du phénomène.

Il n'y a donc pas lieu à conclusion, mais les faits doivent être notés pour le cas où ils se trouveraient ultérieurement reliés par d'autres observations complémentaires.

M. *Kette,* ingénieur des mines à Essen, demande son admission à la Section permanente d'études du grisou. (Adopté.)

L'*Union des charbonnages, mines et usines métallurgiques de la province de Liége* annonce qu'elle a formé dans son sein une Commission de trois membres chargée de se mettre en rapport avec la Société pour étudier le programme d'expériences proposé et aviser aux moyens pratiques de réaliser les observations méthodiques qui seraient à faire dans les mines du bassin de Liége.

M. *Timmerhans,* qui partage la manière de voir de la Société en ce qui concerne l'initiative de procéder à des recherches sur les dégagements de grisou dans nos mines de houille, va s'occuper d'engager les exploitants des principaux charbonnages grisouteux du bassin de Liége à faire parvenir régulièrement les observations qu'ils auront été amenés à faire.

M. *Hankar-Urban* s'excuse de ne pouvoir assister à la séance et fait connaître que la Société des Carrières de Quenast est disposée, en principe, à faciliter l'installation d'un poste sismique dans son exploitation.

M. *W. N. Atkinson,* inspecteur des mines à Barlaston, se met à la disposition de la Société pour l'aider dans ses recherches, soit en faisant des observations dans les mines, soit en recueillant des échantillons de grisou pour l'analyse. Il préconise comme devant faire l'objet d'investigations nouvelles :

1° L'origine de l'odeur de certains gaz grisou, qui paraît indiquer la présence d'un gaz ou d'une vapeur non encore découverte par l'analyse;

2° La source du nitrogène présent dans le grisou.

Dans une lettre récente, M. Atkinson s'exprime ainsi :

Lorsque vos observations sismiques et magnétiques seront publiées, je serai heureux de les comparer avec des observations contemporaines relatives aux dégagements grisouteux, pour autant que cela soit possible. Mais, toutefois, la distance entre les localités où vos observations seront faites et nos régions n'est-elle pas trop grande pour établir une comparaison de quelque valeur? J'ai si peu de connaissance des phénomènes sismiques que j'aurais besoin d'être guidé en cette matière. La Commission anglaise à laquelle vous faites allusion comme ayant fait des observations à Marsden, a cessé ses recherches, *par suite de l'imperfection de ses instruments*, d'après ce que l'on m'a dit. Je ne connais pas le nom des membres de cette Commission, mais M. *Walton Brown* (*Mining Institute Newcastle on Tyne*) en était le secrétaire, et il sera à même de vous donner les renseignements. D'après mes moyens d'appréciation, très limités, il est vrai, je ne suis pas arrivé à prouver l'existence d'une relation entre les tremblements de terre et l'émission du grisou, mais il est évident que l'investigation est digne de recherches ultérieures.

Le mystère qui entourait autrefois les explosions de grisou a été surtout éclairé depuis que l'on a montré l'influence de la poussière de charbon dans ces catastrophes. Des effets qui paraissaient autrefois inexplicables par des lois naturelles, étant donnée l'ignorance où l'on se trouvait du rôle joué par la poussière du charbon, s'expliquent facilement maintenant.

Je regrette de ne pas pouvoir vous donner les noms de quelques ingénieurs qui s'intéressent spécialement à l'objet de votre enquête, c'est-à-dire les relations entre les phénomènes sismiques et magnétiques et les éruptions grisouteuses, parce que, à ma connaissance, la question est, pour le moment, à l'*état latent* en Angleterre.

Si vous croyez qu'il serait de quelque utilité d'établir des *observations périodiques* sur les dégagements du grisou dans une de nos mines à l'aide de la lampe à hydrogène (hydrogene gaz testing lamp), je suis prêt à le faire.

J'ai essayé les lampes *Pieler* et *Chesneau*, et je trouve que la lampe à hydrogène vaut mieux.

M. *Behrens*, inspecteur des mines, directeur général de la Société d'Hibernia, à Hern, demande son admission à la Section permanente d'études du grisou. (Adopté.)

M. le Prof^r *E. Lagrange* fait excuser son absence et présente une observation au sujet de l'ordre du jour de la séance, qui, à propos de l'étude et de la mise sur pied, dont l'Assemblée a à s'occuper, de projets et de devis relatifs à l'organisation de postes d'observation et

d'étude de Météorologie endogène, a signalé entre autres le poste de l'*Université de Gand* où, dit l'ordre du jour, est déjà résolue la question des locaux.

M. Lagrange désire voir l'Assemblée déclarer avec lui que c'est par erreur que l'on a ainsi porté à l'ordre du jour l'étude de la *Station géophysique de Gand*. Il fait observer que cette station est organisée, au point de vue géophysique, par la Société belge d'astronomie, conformément au programme que ladite Société a fait connaître dans une communication faite le 20 mars 1898.

Il est donné acte à M. Lagrange de cette rectification, bien que, fait observer M. le Secrétaire, il faille cependant ajouter que l'organisation de ladite station n'existe jusqu'ici... que sur le papier. Rien n'a été fait effectivement, et c'est ce qui autorisait la mention de l'ordre du jour.

M. *Fiévez* présente également, au nom de M. *E. Lagrange*, absent, quelques observations complémentaires à la communication écrite de celui-ci, résumée ci-dessus.

M. *Flamache* fait remarquer que la Société d'astronomie, en se proposant de créer des stations de géophysique, a bien voulu s'engager à mettre ses instruments et ses résultats à la disposition de la Société de Géologie pour l'étude du problème spécial grisouto-sismique que poursuit celle-ci. Il réclame toutefois pour la Société d'astronomie l'honneur de ses efforts personnels en lui permettant de publier la première le résultat de ses travaux dans le domaine de la géophysique.

M. *Rutot* reconnaît le bien fondé de cette revendication et s'engage, au nom de la Société de Géologie, à y faire pleinement droit.

M. *Van den Broeck* ajoute qu'en ce qui concerne la station projetée de Gand, le subside de 500 francs alloué par la province de la Flandre orientale sera consacré à l'achat d'instruments destinés spécialement à l'étude du grisou, mais que ces instruments, placés dans la station de géophysique créée par la Société d'astronomie, pourront, si le Conseil en décide ainsi, devenir l'entière propriété de cette Société.

Élections complémentaires du Bureau de la Section.

A cause des absences possibles et toujours à prévoir, et dans le but surtout de voir représentées au sein du Bureau toutes les activités intellectuelles pouvant aider à la solution du problème du grisou, M. *Van den Broeck* demande la nomination de deux vice-présidents supplémentaires.

M. *Lancaster* a bien voulu accepter une de ces vice-présidences. Il aurait été vivement désirable de voir l'autre vice-présidence occupée par un représentant de l'industrie charbonnière. En présence de difficultés de diverses natures, ce desideratum n'a pu être rempli. En conséquence, M. *Cornet*, par ses connaissances spéciales, se trouve tout désigné pour remplir cette fonction.

MM. *A. Lancaster* et *J. Cornet* sont nommés, à l'unanimité, vice-présidents de la Section permanente d'études du grisou.

M. *Van den Broeck* demande la parole pour porter à la connaissance de l'Assemblée la mort de *Michele Stefano de Rossi*. Il donne lecture de la notice nécrologique suivante, traduite du *Bulletin de la Société sismologique italienne* (1), revue mieux placée que toute autre pour résumer la vie et les travaux de l'illustre fondateur de la météorologie endogène.

Michele Stefano de Rossi.

Notre Société a été éprouvée gravement par la perte du professeur Michele Stefano de Rossi, mort à Rocca di Papa, le 23 octobre dernier.

Né à Rome en 1834 et lauréat à 22 ans de l'Université de Rome, il préféra s'adonner à l'étude de la topographie des catacombes, en collaboration avec le frère Giovanni Battista, qui avait acquis une renommée universelle dans l'étude archéologique de ces dernières. Le fruit de ses premiers travaux fut l'invention d'une *machine iconographique et orthographique*, comme il l'a appelée lui-même, et destinée à lever les catacombes, à la fois en plan et en élévation, machine qui valut un prix à l'auteur aux Expositions de Londres 1862 et de Paris 1867. Ces études lui fournirent l'occasion de discuter plusieurs questions de préhistoire, science qu'il approfondit plus que toute autre et sur laquelle il publia plusieurs travaux.

Par suite des relations naturelles entre la préhistoire et la géologie, il fut amené à s'adonner à cette dernière et étudia tout spécialement la campagne romaine. On peut affirmer que peu de géologues ont connu cette région d'une façon aussi détaillée que lui.

Ce sont ses études géologiques qui le conduisirent ensuite à ses recherches sur l'activité endogène, recherches auxquelles il se livra avec passion pendant près d'un quart de siècle, c'est-à-dire depuis 1868, année dans laquelle il publia ses premières études de sismologie,

(1) *Bull. de la Soc. sism. ital.*, n° 5, 1898, pp. 105-106.

jusqu'en 1892, année dans laquelle, d'une part, divers chagrins domestiques, d'autre part, une maladie, qui quoique d'apparence bénigne, le minait lentement, ralentirent son extraordinaire activité. Outre de nombreux travaux sur la sismologie, publiés dans les comptes rendus de l'*Accademia Pontificia dei nuovi Lincei*, il a laissé *La météorologie endogène*, œuvre assez volumineuse, publiée en 1879, et qui eut à cette époque une certaine renommée. Il fonda, en outre, en 1874, le *Bullettino del Volcanismo Italiano*, qui contient des matériaux de grande valeur sur les tremblements de terre, spécialement ceux de l'Italie; la publication de ce bulletin se poursuivit, sous sa direction, jusqu'au volume XV (1888) sans interruption, ensuite, à de longs intervalles, jusqu'au volume XX (1897).

Les expériences sismiques qu'il exécuta dans les premières années, soit chez lui, soit dans les catacombes de Rome, soit à Rocca di Papa dans une grotte taillée dans le roc, sont en tout point remarquables. C'est à la suite de ces expériences qu'il obtint du Ministère de l'Agriculture, de l'Industrie et du Commerce qu'un local approprié fût destiné provisoirement à Rome aux observations sismiques jusqu'en 1870, époque à laquelle ses instruments furent transférés au nouvel observatoire de Rocca di Papa, dont il fut nommé directeur.

L'Italie doit à de Rossi l'impulsion donnée aux recherches sismiques. Grâce à lui, la sismologie, après avoir fait des progrès si rapides, est une science dont cette nation peut se faire un titre de gloire.

Question mise à l'ordre du jour :

Mesures a prendre en vue d'obtenir le concours des exploitants pour l'étude des manifestations grisouteuses.

M. *Van den Broeck* fait ressortir la nécessité absolue, si l'on veut s'engager dans la voie rationnelle de l'étude du grisou, d'adresser un appel à tous les exploitants en vue d'être renseigné directement sur *tout fait anormal* qui se serait produit dans la mine. Cette manière d'opérer permettrait d'établir une statistique générale faisant connaître l'un des facteurs du problème. Les stations de géophysique, de météorologie, etc., nous en feraient connaître d'autres facteurs; ce n'est que du rapprochement de ces divers groupes de constatations que pourra — si elle existe — jaillir la loi qui lie la production des phénomènes grisouteux à la météorologie endogène.

Sur le second groupe de phénomènes, nous serons renseignés d'une manière *complète, identique* en tous points, grâce à des instruments enregistreurs extrêmement sensibles.

Si nous voulons arriver à des déductions logiques, nous devons être renseignés d'une façon aussi complète que possible sur le premier groupe de phénomènes : ce résultat ne peut être atteint que si l'on nous fait connaître tout fait intéressant l'exploitation minière, si minime qu'il paraisse, tel que : éboulements, coups d'eau, écroulements de voûtes, périodes de production grisouteuse anormale; le tout, bien entendu, soumis au crible d'une analyse sérieuse, permettant d'éliminer toute manifestation qui serait le résultat des travaux de la mine.

En conséquence, M. *Van den Broeck* propose l'envoi à tous les exploitants d'une circulaire qu'il soumet, réclamant leur concours.

M. *Habets* craint que le procédé d'études proposé par M. *Van den Broeck* ne conduise, par la constatation de quelques coïncidences toutes fortuites, à des conclusions hâtives et dangereuses. Il croit ce mode opératoire peu efficace et craint d'ailleurs que les exploitants ne restent sourds à l'appel que voudrait nous voir faire M. *Van den Broeck.*

M. *Flamache* opine dans le même sens et croit plus opportun de limiter les recherches à un cas particulier avant de porter les investigations sur une aire étendue.

Une discussion s'engage sur ce sujet entre MM. *Flamache, Habets, Daniel* et *Van den Broeck,* et il est décidé qu'on remettra à une séance prochaine la discussion de l'opportunité qu'il y aurait de soumettre le projet de circulaire de M. *Van den Broeck* aux trois associations charbonnières de Liége, Charleroi et Mons.

Toutefois, à titre de base de discussion, le texte du projet de circulaire proposé par M. *Van den Broeck* figurera comme annexe au procès-verbal de la présente séance, en n'engageant, bien entendu, que son auteur, M. Van den Broeck. Ce dernier exprime le désir que les propriétaires, directeurs et ingénieurs de charbonnages, qui, dans nos procès-verbaux spéciaux du grisou, prendront connaissance de ce document, veuillent bien nous faire connaître leur manière de voir sur les inconvénients et sur les difficultés pratiques éventuelles des observations qui leur sont demandées dans le projet soumis à leur examen.

La séance est levée à 10 h. 15.

ANNEXE A LA SÉANCE DU 26 AVRIL 1899.

Projet (restant à adopter, ou à modifier) **de circulaire à adresser aux propriétaires et directeurs gérants et ingénieurs en chef de charbonnages.**

(Document pour discussion ultérieure.)

M.....

Directeur gérant du Charbonnage de .....

La Section permanente d'études du grisou, constituée au sein de la Société belge de Géologie, a arrêté (1), dans sa séance du 14 novembre 1898, le programme de l'enquête à faire pour l'étude du grisou dans ses rapports avec les phénomènes de la météorologie endogène et au point de vue de sa prévision par l'observation des microsismes. Ce programme très détaillé et très complet demande, pour la solution d'une partie de ses postulata, l'emploi d'appareils spéciaux, mais un certain nombre des observations peuvent cependant s'effectuer par les moyens dont on dispose dans la pratique.

L'enquête qu'on peut faire dès maintenant porterait ainsi sur les points suivants :

a) Observations des mouvements anormaux constatés dans les terrains et se traduisant par des altérations de boisage ou par des éboulements, chutes de cloches, etc. ;

b) Dégagements spéciaux de grisou provenant des veines, des soufflards ou des terrains encaissants;

c) Variations principales (intensité et durée) de la teneur en grisou des parties de l'exploitation peu ou point soumises aux influences du travail d'extraction;

(1) La Section, en réalité, s'est bornée à *prendre connaissance* des termes de ce projet et la discussion en a été remise à plus tard, après l'audition de certains exposés annoncés par deux membres du Comité permanent.

d) Faits anormaux ou accidents, tels que coups d'eau, inondations subites, etc.

Pour que ces renseignements puissent être utilement enregistrés, il serait désirable qu'ils fussent accompagnés des détails complémentaires suivants :

1° L'indication du siège, de l'étage et du chantier où les observations ont eu lieu ;

2° Manière d'être du gisement en cet endroit : plateure, dressant, failles, etc. ;

3° Description physique de la couche ;

4° Classement administratif du chantier ;

5° Nature des terrains encaissants ;

6° La mine est-elle sensible ou non aux mouvements barométriques ?

7° Y a-t-il des causes quelconques dans la *marche du travail dans la mine* auxquelles puissent être rapportés les faits anormaux ou accidentels énumérés ci-dessus et quelles sont-elles ?

Vous comprendrez, M..., toute l'utilité qu'il y aurait pour nos recherches, si nous pouvions, dès maintenant, nous assurer *le concours régulier et continu* des exploitants dans l'examen de ces questions qui intéressent l'humanité et la science, et nous comptons que vous voudrez bien coopérer à notre œuvre, en nous communiquant, le cas échéant, les observations de l'espèce que vous auriez l'occasion de faire dans les travaux souterrains de votre charbonnage.

Il est bien évident que les renseignements que vous nous enverrez revêtiront pour nous, à votre demande, le caractère *confidentiel* et même celui de l'*anonymat* et qu'ils seront exclusivement employés dans le but scientifique que nous poursuivons, sans aucune autre préoccupation, de quelque nature qu'elle soit.

Dans l'espoir de voir notre demande favorablement accueillie, nous vous prions d'agréer, etc.

ANNEXE A LA SÉANCE.

Afin de montrer l'intérêt que l'on prend à l'*étranger* aux recherches et études grisouto-sismiques entreprises par la Société belge de Géologie, nous croyons utile de reproduire l'intéressant article publié par le professeur *Glangeaud* sous le titre : *La lutte contre le grisou.*

PH. GLANGEAUD. — **La lutte contre le grisou.** (*Revue générale des sciences pures et appliquées*, 10e année, n° 11, 15 juin 1899.)

Les savants ne poursuivent pas seulement la recherche du vrai, ils s'efforcent de combattre et de diminuer les dangers multiples auxquels nous sommes tous soumis, quoique à des degrés divers.

Je voudrais aujourd'hui exposer de quelle façon la *Société belge de Géologie*, en s'inspirant des principes de la pure science et de ses dernières données, a entrepris d'arracher au grisou les 2000 victimes qu'il moissonne annuellement.

On ne saurait louer trop hautement l'initiative prise par les savants belges, auxquels se mêlent des savants de tous les pays. Mais, dans cette initiative, qui a paru bien hardie à certains, il faut faire une place à part à M. Van den Broeck, l'aimable et estimé géologue qui a engagé la Société belge de Géologie à faire une étude complète de ce terrible destructeur : le grisou.

Certes, il ne convient pas de triompher trop vite, mais il est bon de ne pas oublier, en l'occurrence, cette pensée célèbre : *Celui qui, en dehors des sciences mathématiques, prononce le mot impossible commet une imprudence.*

Pour bien combattre son ennemi, il faut bien le connaître. C'est parce qu'on ne connaît pas suffisamment le grisou qu'on n'a pu, jusqu'aujourd'hui, avoir complètement raison de lui. La Société belge propose donc de faire une étude *complète* de la question du grisou, et elle convie à cette œuvre de véritable socialisme humanitaire les pouvoirs publics, les administrations intéressées et les amis des travailleurs, si éprouvés, de la mine. « Livrée à elle-même, elle ne pourrait

suffire à cette tâche, car elle n'en peut assumer que la partie purement d'initiative et de direction scientifique. » Il est du devoir de tous de faire connaître le programme de nos savants confrères, et de les aider, chacun selon ses moyens, à mener à bonne fin une œuvre que nous souhaitons féconde en résultats humanitaires, économiques et scientifiques.

Les données qui suivent ont été puisées dans les procès-verbaux des séances de la Section permanente d'études du grisou de la Société belge de Géologie.

C'est M. Van den Broeck, le promoteur de l'étude, qui a rédigé l'exposé des motifs et a étudié plus spécialement les rapports des manifestations grisouteuses avec les phénomènes de météorologie endogène. Il a été fortement secondé, dans l'élaboration du programme d'études, par M. L. Gerard, ancien professeur de l'Université de Bruxelles. L'intervention de M. Harzé, directeur général des Mines de Belgique, aura permis de préciser certains points des recherches. Il n'est pas douteux qu'il ne prête son puissant concours à l'œuvre entreprise, bien qu'il ne partage pas toutes les idées des auteurs du projet.

I

Qu'est-ce que le grisou? Quel est son gisement? Sa manière d'être? Comment le combattait-on jusqu'ici? Quelles sont les nouvelles mesures proposées? Nous examinerons très succinctement ces divers points en empruntant nos documents aux mémoires précités.

On sait que les masses végétales, en se minéralisant, par la distillation plus ou moins lente et plus ou moins complète des matières volatiles, donnèrent lieu à des hydrocarbures. Une partie de ces produits, n'ayant pu se dégager par l'effet de diverses conditions de gisement, imprégnèrent le résidu, c'est-à-dire la houille, et même, jusqu'à un certain point, les roches encaissantes. Pour certains, cette imprégnation existerait sous forme liquide, sinon même sous forme solide. Les irruptions spontanées du gaz seraient la conséquence de la rapide volatilisation d'une certaine quantité de grisou liquide ou solide. Mais comme au delà d'une profondeur, non encore déterminée jusqu'ici, la température des roches doit dépasser le *point critique* du formène ou grisou pur, — c'est-à-dire le degré de chaleur au-dessus duquel la liquéfaction de ce gaz devient impossible, quelle que soit la pression, — à partir de cette profondeur, le grisou doit se trouver dans les roches,

à l'état gazeux, sous une tension assez grande, tandis que dans les régions supérieures, il pourrait être liquide et même solide. Or les gaz liquéfiés et solidifiés reprennent assez lentement l'état gazeux à cause de l'énorme quantité de chaleur qu'exige ce changement d'état. On pourrait trouver dans ce rapprochement l'explication du dégagement continu et moins abondant dans les parties supérieures des mines à grisou, et de la production brusque de grandes quantités de gaz dans les régions inférieures où la température atteint et dépasse le point critique. Lorsque les travaux viennent saigner les masses profondes, l'équilibre des pressions est détruit et des tensions intérieures dangereuses sont à redouter.

On comprend que le grisou soit plus spécialement localisé dans les crochons ou dans les parties de moindre compacité. Qu'un outil ou un choc quelconque vienne rencontrer ces nids à grisou, il les fait éclater à la façon des larmes bataviques et il y a une grande émission de gaz et projection de charbon pulvérulent. M. Harzé cite qu'au coup de grisou survenu en 1879, au charbonnage de l'Agrappe, où 121 ouvriers trouvèrent la mort, la larme batavique, en se brisant, fournit 4 000 hectolitres de charbon pulvérulent (40 grands wagons de nos chemins de fer) et un volume de gaz qui alimenta pendant deux heures à l'orifice du puits une flamme gigantesque de 30 à 40 mètres de hauteur.

La mesure prophylactique principale, la plus utile, employée contre les coups de grisou consiste à mélanger le gaz, dont on ne peut empêcher la production, avec une grande quantité d'air, suffisante pour qu'il perde son pouvoir explosif, de sorte qu'il ne puisse être enflammé ni par mélange ni par un coup de mine. Lorsque le grisou est ainsi étendu, on l'extrait rapidement de la fosse à l'aide de puissants ventilateurs.

La production du grisou dans les fosses est, en outre, constamment surveillée; tous les courants d'air sont mesurés à l'anémomètre pour connaître leur vitesse et au moyen de lampes spéciales indiquant très exactement la teneur en grisou.

Les lampes, les explosifs ont reçu également de notables et heureuses modifications durant ces dernières années, et l'on peut dire que, grâce aux mesures préventives, la proportion des victimes du grisou a diminué d'une manière sensible; mais il est nécessaire de la réduire encore davantage, en prévenant les dégagements grisouteux et surtout les dégagements instantanés, qui augmentent avec la profondeur de plus en plus grande des exploitations actuelles.

Les résultats pratiques obtenus jusqu'ici, bien que précieux par eux-mêmes, à cause des faits nouveaux qu'ils ont établis et des conditions favorables qu'ils ont amenées dans la lutte contre les dégagements *normaux*, laissent, en ce qui concerne les dégagements *instantanés*, la question du grisou et des lois régissant ses manifestations presque entière et non résolue.

Pour combattre l'ennemi, dit M. Van den Broeck, il ne faut pas continuer des recherches *isolées* et *incomplètes*, comme cela s'est fait jusqu'aujourd'hui, mais les faire entrer dans une voie nouvelle d'exploration rationnelle, en leur donnant un corps, une méthode et une direction bien déterminée, en la dotant des appareils d'étude et d'investigation nécessaires. On n'a pas tenu compte, jusqu'ici, des progrès naissants et successifs qu'une science nouvelle mettait depuis peu d'années au service des chercheurs. Aux fonctionnaires et ingénieurs, il eût fallu adjoindre des spécialistes en matière de Géologie, de Météorologie endogène, des sismologues, des physiciens et toutes les individualités capables de faire entrer les études dans les domaines nouveaux et inexplorés.

Il eût fallu aussi ne pas limiter trop étroitement les ressources et permettre officiellement l'accession du but par toutes les méthodes d'investigation nouvelles.

Un groupe de personnalités scientifiques, spécialisées dans les diverses branches intéressant le grisou, travaillant librement, sans contrôle ni règlements restrictifs, tel, en un mot, que le groupe représenté par la Société belge de Géologie, paraît utilement appelé à prendre l'initiative au moins d'une direction nouvelle et systématique à donner aux études et aux recherches relatives au grisou.

Il s'agit donc d'entreprendre une étude complète, une *monographie* du grisou, en l'envisageant au point de vue géologique, physique, chimique, biologique et météorologique; mais ce sont principalement les rapports des dégagements grisouteux avec les phénomènes microsismiques qui ont attiré d'abord l'attention de la Commission.

II

Disons tout de suite qu'il paraît exister des corrélations évidentes entre les dégagements brusques du grisou et les mouvements du sol, de sorte que, si l'on possède des données précises sur ces derniers, il sera peut-être permis de *prévoir* les manifestations grisouteuses; ce qui jusqu'à présent n'avait pu être tenté d'une manière efficace.

C'est le professeur italien de Rossi qui est le promoteur de ces idées nouvelles. Dans une conférence donnée à Amsterdam, en 1880, le savant italien s'exprimait ainsi : « La météorologie atmosphérique nous donne, par certains indices, le moyen de prévoir les fatales explosions de grisou auxquelles les dépressions barométriques ne sont pas étrangères. Mais on comprend que les dépressions barométriques ne peuvent contribuer à ces explosions que comme condition favorable et qu'il faut en chercher ailleurs la cause principale. Cette cause véritable et efficiente n'est autre que la production surabondante de gaz inflammable, production qui est elle-même l'effet immédiat d'une phase d'activité intense de la force endogène. J'ai eu l'occasion de montrer maintes fois la coïncidence des désastres arrivés dans les mines avec les époques où l'on a constaté que l'exercice de l'activité interne du globe s'accuse avec une énergie particulière. J'ai insisté sur la nécessité d'établir à proximité des mines des observatoires géodynamiques pour y surveiller, à l'aide du microphone, les moindres mouvements sismiques du sol. L'utilité de ces observations m'apparaît si grande et si évidente que je ne puis m'empêcher de les recommander chaque fois que l'occasion s'est présentée. »

Il y a bientôt vingt ans que ces sages et judicieux avis ont été publiés. Et c'est au Japon qu'il faut aller pour voir la question entrer dans la pratique de l'expérimentation! Il existe dans ce pays un service microsismique admirablement organisé, dirigé par M. Milne, un spécialiste anglais qui a appliqué le programme qu'il s'était tracé, à l'étude des dégagements grisouteux de la mine de Takoshima, dans leurs rapports avec les mouvements du sol.

En 1883, M. de Chancourtois signala, à son tour, dans le jeu des sismes et des microsismes un mode d'avertissement des dégagements grisouteux. En mission scientifique avec MM. Chesneau et Lallemand, il visita les importantes installations géodynamiques installées par Rossi et installa alors un double poste d'étude comprenant l'Observatoire de Douai et l'un des puits les plus grisouteux de la Compagnie d'Anzin : la fosse d'Hérin. Le rapport que ces savants publièrent sur les observations faites du 1er février au 31 décembre 1886 sur ces deux points est des plus importants. Voici comment M. Van den Broeck résume les observations faites, du 6 au 10 décembre, par M. Chesneau.

Un véritable orage endogène coïncida pendant la période du 7 au 10 décembre 1886, dans la partie occidentale de l'Europe, avec une intense dépression barométrique et avec l'apparition de dégagements

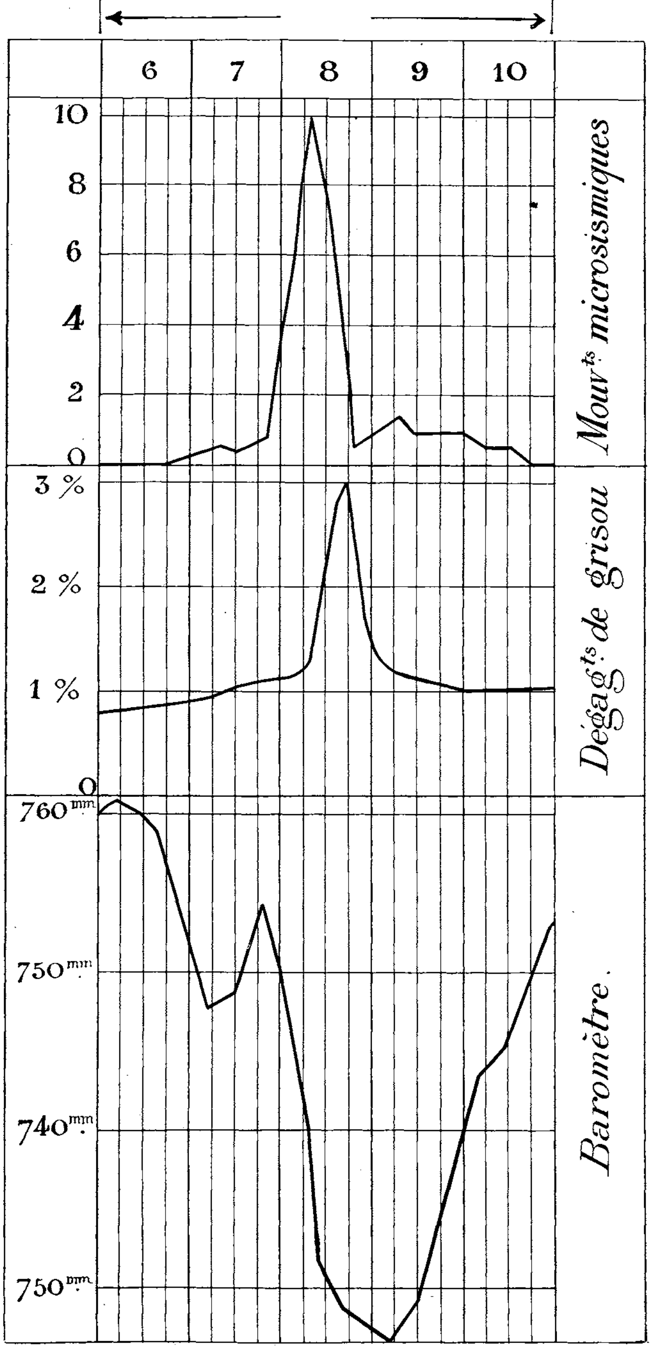
accentués de grisou, signalés en France, en Angleterre et en Belgique. Le relevé des phénomènes volcaniques et sismiques qui affectèrent vers cette époque, et notamment du 8 au 16 décembre, les régions les plus diverses du globe (Europe, Amérique, Asie), montre d'une manière frappante que les cas sporadiques, mais pour ainsi dire simultanés, d'accidents grisouteux qui se présentèrent dans des contrées relativement éloignées les unes des autres, devaient être, en réalité, *intimement reliés*, comme mode de *causalité* première, à la tempête sismique endogène qui, surtout du 7 au 9 décembre, fit sentir ses effets sur une grande partie du globe terrestre.

La venue subite et considérable du grisou dans la mine d'Hérin fut telle, le 8 *décembre*, qu'il fallut évacuer la mine, et, dans de nombreux charbonnages du Nord et du Pas-de-Calais, il y eut, le *même jour*, des dégagements si accentués que sur certains points les chantiers durent être également abandonnés.

Le *même jour*, il y eut au charbonnage d'Angleur, près de Liége, un important dégagement grisouteux, accompagné d'une projection brusque, sous l'impulsion du souffle grisouteux, de 72 hectolitres de charbon menu. Le *lendemain* 9 décembre, à Beaulieusart, dans le Centre, un dégagement instantané se produisit, qui ensevelit cinq ouvriers sous le charbon projeté. En Angleterre, dans la mine de Marsden (Durham) et dans plusieurs mines des environs, il y eut, toujours le 8 *décembre*, un tel dégagement grisouteux que, là aussi, l'évacuation de ces mines fut ordonnée, et, chose particulièrement intéressante, un appareil enregistreur microsismique, qui avait justement été installé à Marsden par une Commission spéciale du grisou, indiqua, en corrélation avec l'émanation grisouteuse, de fortes perturbations microsismiques. Et il est à remarquer que ces états des corrélations grisouto-sismiques avaient été faits simultanément, mais d'une manière tout à fait indépendante, en France et en Angleterre.

Le fait des corrélations grisouto-sismiques est donc, pour cette date du 7 au 9 décembre, nettement et absolument constaté. Voyons maintenant comment s'établissent, sur le diagramme de M. Chesneau, les relations considérées au point de vue *chronologique*, et spécialement celles qui sont relatives aux perturbations atmosphériques, c'est-à-dire à la dépression barométrique. La figure 1 ci-contre est particulièrement suggestive. Les trois éléments considérés s'y présentent nettement définis, chacun dans l'évolution de son pourcentage spécial et en relation chronologique générale comparative. En suivant l'ordre chronologique, nous trouvons, le 6 *décembre*, à 4 heures de l'après-midi,

Journées du 6 au 10 décembre 1886.



une première dépression barométrique rapide et accentuée qui nous mène jusqu'à 4 $^1/_2$ heures du matin le 7 décembre. C'est une baisse d'environ 1 millimètre à l'heure, et il est certain qu'elle constitue un premier et sérieux avertissement. Mais, de midi à 7 heures du soir, le 7 décembre, la pression remonte vivement aux six dixièmes de cette première baisse. Ceci rend le pronostic météorologique quelque peu douteux et aléatoire, et en diminue la valeur.

Mais, à 10 heures du soir, le 7 décembre, une action endogène microsismique s'établit brusquement et s'accentue constamment et rapidement, pendant à peu près douze heures consécutives, car c'est le 8 *décembre*, à 7 $^1/_2$ heures du matin, que l'amplitude croissante des mouvements du tromomètre est arrivée à son point culminant, pendant que, de son côté, le baromètre, depuis le 7 au soir, partant de $753^{mm},5$, descendait de nouveau avec une grande rapidité, jusqu'au 8 décembre, à 10 heures du matin, où la descente prend une marche plus calme, mais en dépression constante, s'étendant jusqu'au lendemain matin, 9 décembre, avec un minimum de 727 millimètres.

Or, en passant à l'élément *grisou*, dont la proportion dans le retour d'air de la mine était, le 6 décembre, inférieure à 1 °/₀ et dépassait à peine ce chiffre dans la nuit du 7 au 8, nous voyons que le 8 *décembre*, à 8 heures du matin, une expansion gazeuse considérable envahit subitement l'air de la mine, qui, à 5 heures du soir, contenait, dans son retour d'air, la dangereuse proportion de 3 °/₀ de grisou, redescendue, à minuit, à environ 1.5 °/₀. La proportion élevée de 2 à 3 °/₀ de grisou, qui avait commencé à s'établir vers midi, pour s'accentuer à 5 heures du soir, ne faiblit qu'après 9 heures du soir.

Quant à la *seconde* dépression barométrique qui, avec la première du 7 décembre, a pour ainsi dire *encadré* les phénomènes grisouto-sismiques du 8 décembre, elle a eu sa plus forte accentuation le 9 décembre, à 4 $^3/_4$ heures du matin, et, cette fois, la dépression considérable, qui a coïncidé avec les grands troubles atmosphériques des 8 et 9 décembre, s'est élevée à 29 millimètres de mercure. Certes, la partie la plus brusque, la plus rapide de cette dépression a précédé le dégagement grisouteux du 8 ; mais l'avertissement sismique, ininterrompu et continuellement accentué, du 7 au soir, a marché parallèlement avec la dépression barométrique, montrant les étroites relations de ces phénomènes divers.

Le point essentiel de l'observation est que le *maximum* de l'agitation microsismique a PRÉCÉDÉ *de neuf heures* le *maximum dangereux* de l'émanation grisouteuse, alors que le *maximum* de la *dépression baro-*

métrique a SUIVI *de près de douze heures* le *maximum dangereux* du dégagement grisouteux.

III

L'encadrement des phénomènes *endogènes* grisouto-sismiques par des phénomènes *exogènes* atmosphériques est donc très nettement démontré par le diagramme de M. Chesneau.

En est-il toujours ainsi? Y a-t-il toujours corrélation entre les trois catégories de phénomènes dont nous venons de parler? Il y a de fortes probabilités pour croire que cette concordance est générale. De nouvelles expériences bien conduites, d'une durée assez longue, proposées par la Section du grisou, diront ce qu'il en faut retrancher ou ce qu'il faut y ajouter, en un mot, feront les modifications que comportent de pareils résultats.

Mais les auteurs du projet lui donnent une ampleur encore plus grande en y rattachant les découvertes si curieuses du professeur Zenger, qui *trouve la cause des manifestations endogènes dans les phénomènes cosmiques*. Pour le savant professeur tchèque, il existe des relations étroites (qu'il a démontrées par de nombreux exemples) entre la constitution physique, les phénomènes (protubérances et taches) et les influences électriques et magnétiques diverses du Soleil et l'ensemble grandiose, étroitement uni, que la science commence à bien connaître des phénomènes de la physique du globe : aurores boréales, orages, tremblements de terre (orages endogènes), microsismes, phénomènes, perturbations et orages magnétiques et telluriques, et, enfin, les phénomènes de la météorologie endogène.

Ces manifestations naturelles offrent des connexions étroites et obéissent à des lois d'influence cosmique et de retour périodique. Quelques-unes d'entre elles ont déjà pu être formulées et s'adaptent rigoureusement aux faits observés.

Ne citons qu'un exemple de cette concordance. On se souvient des vives dénégations parues dans les journaux italiens et opposées par le professeur Palmieri à la prédiction faite en juin 1892, par M. Zenger, d'événements sismiques et volcaniques très accentués, annoncés pour le 8 juillet 1892. Ce jour-là était le jour de la période solaire, précédée du passage, le 5 juillet, d'un essaim périodique d'étoiles filantes, et il devait être suivi, le 12, d'un passage connu de bolides. Qui avait raison : Palmieri ou Zenger?

Les sarcasmes dont on accablait Zenger ne se prolongèrent pas long-

temps. Les 7, 8 et 9 juillet, les deux modes d'investigation de l'activité solaire, les taches et les plaques photographiques spéciales, dénotaient une agitation extraordinaire, tandis que le Stromboli, l'Etna et le Vésuve entraient en éruption pendant ces trois jours. En même temps, de grands tremblements de terre secouaient l'Italie dans la nuit du 8 au 9 juillet. Zenger triomphait. Pour se faire pardonner, il continua ses prédictions.

D'après lui, on peut, en se basant sur les données fournies par l'étude des phénomènes cosmiques, prévoir les dates des grandes perturbations atmosphériques, électriques, magnétiques : celles des aurores boréales et des tremblements de terre et même des éruptions volcaniques pour une région terrestre déterminée.

La Société belge de Géologie a pensé qu'il convenait d'entrer dans la voie des applications, ouverte par les découvertes des professeurs Zenger, de Chancourtois, Chesneau, Forel, etc., en recherchant les relations qui existent entre les phénomènes cosmiques et les phénomènes terrestres.

Comme *résultat pratique*, la Société espère établir, au moyen de stations et d'observatoires convenablement outillés et aussi nombreux que possible, les rapports des dégagements grisouteux avec l'ensemble des phénomènes terrestres et extra-terrestres.

C'est là un programme bien vaste, mais bien digne de tenter les savants. Il exigera beaucoup de temps et le concours d'un grand nombre de spécialistes : géologues, ingénieurs, physiciens, chimistes, astronomes, etc. Un pareil groupement d'hommes de science, de toutes les nations du globe, unis dans une pensée commune et que les difficultés ne peuvent arrêter, ne saurait être que fécond en résultats scientifiques et, espérons-le, aussi en résultats pratiques.

Félicitons donc nos confrères belges d'entreprendre cette étude, et souhaitons-leur de trouver, auprès des pouvoirs publics et des particuliers, les subsides nécessaires pour faire aboutir les recherches dont ils ont dressé le programme, recherches dont le corollaire humanitaire est la lutte *rationnelle* contre le grisou.

PH. GLANGEAUD,
Maître de conférences
à la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand.

SÉANCE MENSUELLE DU 16 MAI 1899.

Présidence de M. **M. Mourlon**, *président.*

La séance est ouverte à 8 h. 40.

Correspondance :

L'*Administration communale d'Anvers* a adressé à la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie la lettre suivante :

ADMINISTRATION COMMUNALE
D'ANVERS

4e BUREAU, No 210, B4

TRAVAUX

OBJET :
Eau du terrain crétacé.

Anvers, le 13 mai 1899.

Le Collège des Bourgmestre et Échevins
à la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie,
place de l'Industrie, 39, Bruxelles.

MESSIEURS,

Nous avons l'honneur de vous accuser réception de votre lettre du 25 avril, transmissive du rapport de la Commission instituée en votre sein à notre demande, à l'effet d'émettre un avis au sujet d'un projet présenté par M. le professeur Lambert pour alimenter d'eau potable la ville d'Anvers. En remerciant votre savante Compagnie de l'empressement qu'elle a bien voulu mettre à satisfaire à notre demande, nous rendons un juste hommage à la Commission spéciale qui a étudié, avec un soin et une conscience rares, un objet aussi complexe que difficile. M. le rapporteur A. Rutot a mis un véritable talent dans l'exposé et le développement des différentes phases du problème qui se trouvait posé. Son travail est absolument lumineux et complet. A tous égards, nous nous félicitons grande-

ment du concours si autorisé qu'a bien voulu nous prêter dans cette circonstance la Société de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie.

Agréez, nous vous en prions, Messieurs, avec l'expression de notre vive reconnaissance, l'assurance de notre considération la plus distinguée.

Par ordonnance :	Pour le Collège :
Le Secrétaire,	*Le Bourgmestre,*
AUG. POSSENIERS.	J. VAN RYSWYCK.

Dons et envois reçus :

1° De la part des auteurs :

2812. — *Documentos relativos a la creacion de un Instituto medico nacional en la ciudad de Mexico.* Brochure in-8° de 140 pages. Mexico, 1888.

2813. **Agamennone, G.** *Sopra un sistema di Doppia registrazione negli strumenti sismici.* Extrait in-4° de 8 pages. Rome, 1899.

2814. **Jaquet, J. B.** *Notes on gold dredging with reference to the introduction of the Industrie into New South Wales.* Extrait in-8° de 21 pages et 13 planches. Sydney, 1898.

2815. **Lagrange, E.** *Un microsismographe enregistrant les mouvements verticaux du sol.* Extrait in-8° de 5 pages et 2 planches. Bruxelles, 1899.

2816. — *Un tremblement de terre enregistré en Belgique.* Extrait in-8° de 1 page. Bruxelles, 1899.

2817. **Polis, P.** *Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen an der Station I. Ordnung Aachen und deren Nebenstationen im Jahre 1897.* Volume in-4° de 62 pages et 2 planches. Karlsruhe, 1898.

2818. **Udden, J. A.** *The mechanical composition of Wind Deposits.* Extrait in-8° de 69 pages. Rock Island, Ill., 1898.

2819. **Watt, J. A.** *Notes on the occurrence of Bismuth Ores in New South Wales.* Extrait in-8° de 11 pages. Sydney, 1898 (2 exemplaires).

2820. **Zaccagna, D.** *Nuove osservazioni sui terreni costituenti la zona centrale dell' Appennino adiacente all' Alpe Apuana.* Extrait in-8° de 48 pages et 2 cartes. Rome, 1899.

2° Périodiques nouveaux :

2821. Aix-en-Provence. *Académie des sciences, agriculture, arts et belles-lettres.* Mémoires, XVII, 1898.

2822. Toulouse. *Académie des sciences, inscriptions et belles-lettres.* Bulletin, I, 1897-1898, n°s 1, 2, 3.

2823. Buffalo. *Society of natural sciences.* Bulletin, V, 1886-1897; n°s 1, 2, 3, 4, 5; VI, 1898, n° 1.

2824. Madison, Wisconsin. *Academy of sciences, arts and letters. Transactions*, XI, 1896-1897.

2825. Des Moines. *Iowa Geological Survey.* Annual Report. Volume VII, 1896.

Communications des membres :

M. *J. Cornet* a fait parvenir, pour le procès-verbal de la séance, le travail ci-dessous, relatant une excursion récemment faite par la Société sous sa direction.

COMPTE RENDU DE L'EXCURSION DU 3 AVRIL 1899

A STAMBRUGES, GRANDGLISE, HAUTRAGES, SIRAULT ET VILLEROT

par J. CORNET.

Un grand nombre de membres de la Société avaient répondu à la convocation, et à leur groupe s'étaient joints une douzaine d'invités habitant Mons et les environs. Tout le monde se trouva réuni à Ath, à 9 h. 50 du matin, à l'arrivée des trains de Mons et de Bruxelles, et l'on se rendit en chemin de fer jusque Stambruges.

Quittant la station de Stambruges, nous nous dirigeons vers le Sud, à travers le village. Nous remarquons, en passant, quelques affleurements des assises du calcaire carbonifère supérieur, que l'on exploite, à peu de distance de là, dans les carrières de Blaton. C'est le *calcaire noir à chaux grasse de Blaton* (*V2c*), occupant le sommet de la série dinantienne, au Nord du district houiller du Couchant de Mons.

Après avoir traversé le canal de Blaton à Ath, près de l'écluse n° 10, et continuant à marcher vers le Sud, nous nous élevons sur la ligne de

hauteurs boisées, à sol sableux, qui borde, au Nord, la grande plaine de la Haine.

A 600 mètres au Sud du canal, nous pénétrons dans une région criblée de carrières, en activité ou abandonnées, petites ou grandes, parfois très vastes, ouvertes pour l'exploitation du *grès de Grandglise*.

C'est un grès peu cohérent, ordinairement facile à écraser sous le marteau, souvent friable entre les doigts, mais atteignant parfois une consistance qui permet de l'utiliser comme pavé. Il est glauconieux, gris verdâtre à l'état intact, mais prend, par l'altération météorique, des teintes rousses, brunes, rouge-brun, rouge vif ou parfois pourpres, qui, mélangées par taches dans les mêmes bancs, peuvent donner aux parois des carrières un aspect singulièrement bigarré. Il n'est ni argileux ni calcareux.

La roche est stratifiée en bancs très épais, traversés de fissures irrégulières ou de joints plans très nets, presque orthogonaux; vers le sommet, elle est souvent craquelée en plaquettes horizontales ou désagrégée en sable. On y remarque des tubulations contournées, remplies de sable, du diamètre du petit doigt.

Si l'on examine de près un échantillon non altéré, on constate que sa cohérence est le seul caractère qui le sépare de certains sables landeniens marins que nous avons tous observés aux environs immédiats de Mons; broyé, il ne s'en distingue plus : c'est bien le même sable gris-vert clair, à grain aussi fin que celui que l'on exploite à l'Éribus, derrière le cimetière de Mons, à la colline Saint-Lazare, etc. Pour parler le langage géologique actuel, c'est le sable *L1d*.

La première mention qui ait été faite de ces roches dans un travail géologique se trouve dans les écrits de d'Omalius, qui les signala en 1842 sous le nom de *grès de Grandglise* (1) et même, moins explicitement, dès 1828 (2). En tenant compte de l'état des connaissances à cette époque, on doit reconnaître que d'Omalius ne s'était guère mépris sur leur place dans la stratigraphie belge.

Dumont reconnut parfaitement l'identité des grès de Grandglise avec les sables de l'Éribus et du cimetière de Mons. Il plaçait ces sables à la base de l'étage supérieur ou fluvio-marin de son système landenien (3).

M. Dewalque (4) fait de même, et c'est aussi l'avis de M. Gos-

(1) *Coup d'œil sur la géologie de la Belgique.*

(2) *Mémoires pour servir à la description géologique des Pays-Bas, etc.*

(3) *Mémoires sur les terrains tertiaires.*

(4) *Prodrome.*

selet (1). Aujourd'hui, on est généralement d'accord, comme l'avaient proposé F.-L. Cornet et A. Briart dès 1874 (2), pour ne laisser dans le Landenien supérieur que des dépôts non essentiellement marins, et l'on place les sables de l'Éribus (3) et du cimetière de Mons au sommet de l'assise inférieure. A ma connaissance, on n'a jamais trouvé de fossiles dans ces sables (4), mais ils se relient graduellement, vers le bas, au *tuffeau d'Angres* (*L1c*), qui renferme une faune marine très riche.

Les fossiles n'abondent pas dans les grès de Grandglise et ceux qu'on y trouve sont en très mauvais état; toutefois, on en possède suffisamment pour affirmer l'origine marine (que la nature glauconifère de la roche indique déjà suffisamment) et l'âge landenien inférieur de l'assise.

Voici une petite liste de fossiles recueillis par M. A. Rutot, provenant des grès de Grandglise exploités à Blaton et déterminés par G. Vincent (5).

Turritella bellovacensis.	*Tellina Edwardsi.*
Ampullina semipatula.	*Lucina grata.*
Volutilithes depressus.	— *contorta.*
Glycimeris intermedia.	— *prona.*
Pholadomya margaritacea	*Cardium hybridum.*
Meretrix proxima.	*Cucullœa crassatina.*
Cyprina scutellaria.	

Le grès de Grandglise est donc un facies du sable landenien *L1d*; mais c'est un facies très localisé.

Le sable meuble *L1d* présente une très grande extension en surface, en Belgique et dans le Nord de la France; son facies cohérent ne se rencontre en Belgique que dans la ligne de collines surbaissées qui se détachent, dans les bois voisins de Stambruges, des hauteurs du Nord du bassin de la Haine et vont, par Blaton et Bon-Secours, se perdre vers Mont-de-Péruwelz. Le facies gréseux n'atteint même pas, à l'Est, la route de Ville-Pommerœul à Belœil.

Cette ligne de collines de grès ne constitue pas la limite Nord du

(1) *Bull. Soc. géol. de France*, 1874. — *Esquisse géologique du Nord de la France, etc.*

(2) *Bull. Soc. géol. de France*, 1874.

(3) Il s'agit ici des sables gris-vert visibles, sous l'argile yprésienne, en face de la gare de Cuesmes-État et près de celle d'Hyon-Ciply. Les sables que l'on exploite vers le sommet de l'Éribus sont yprésiens.

(4) Aux environs de Mons, du moins.

(5) *Ann. Soc. royale malacol.*, t. XXIX, 1894.

bassin de la Haine; le ruisseau du Moulin de Macon, qui prend sa source à Stambruges, la longe de l'Est à l'Ouest pendant plusieurs kilomètres, puis la traverse par une coupure étroite dont on a profité pour faire passer le canal de Pommerœul à Antoing. Nous avons là, quoique sur une échelle modeste, un exemple bien net de cours d'eau antécédent. Les grès de Grandglise sont restés en saillie pendant l'érosion générale des sables landeniens du bassin de la Haine, et le ruisseau du Moulin, venant du Nord de la zone gréseuse, s'y est graduellement taillé un passage que l'on eût certainement, autrefois, attribué à quelque faille.

Le grès de Grandglise a été exploité sur presque toute la longueur de cette ligne de collines, mais surtout à l'Est du canal d'Antoing. On en voit de belles coupes dans les tranchées des chemins de fer de Blaton à Saint-Ghislain et de Blaton à Bernissart.

Le sol superficiel de ces collines est formé d'un sable meuble très peu fertile; elles sont occupées en grande partie, du moins à l'Est du canal d'Antoing, par des bois de pins. Là où le revêtement meuble est de peu d'épaisseur, le sol est couvert de bruyères et de genêts.

Malgré sa friabilité, la pierre de Grandglise se comporte assez bien dans la construction. On l'emploie comme moellons, ou l'on en fait des pierres de construction proprement dites, des encadrements de fenêtres, des couronnements de murailles, des bordures de trottoirs, quelquefois des pavés pour trottoirs ou routes peu fréquentées par les chariots. Elle ne se vend guère, cependant, que dans un rayon de quelques lieues autour des carrières; mais, dans ce périmètre, un grand nombre de maisons et même beaucoup d'églises en sont bâties. Elle est exploitée depuis un grand nombre d'années, et, si l'on en juge d'après les dimensions de certaines carrières anciennes, cette exploitation a été autrefois très active. Après avoir périclité pendant une période assez longue, l'exploitation de ces grès semble avoir profité, dans ces derniers temps, de la hausse générale du prix des matériaux de construction, et plusieurs carrières d'une certaine importance sont actuellement en activité.

Nous nous sommes bornés à visiter une de ces carrières, à proximité de la route qui nous avait amenés de Stambruges. Au sommet de la coupe de l'excavation, on voit 1 mètre à $1^{m},50$ de sable gris-brun, à stratification horizontale très nette. Vers le bas, il passe graduellement à 1 mètre de grès très friable, craquelé horizontalement, gris-vert zoné de brun. En dessous se trouve la roche exploitée, un beau grès compact, assez cohérent, gris-vert, très glauconifère. La roche n'est pas

divisée en bancs et est peu fissurée dans les 4 mètres visibles; l'extraction des blocs nécessite l'emploi de la poudre.

Partis de ce point et après avoir remarqué, aux abords de la carrière, quelques gros blocs, isolés sur le sol, de grès blanc compact, très cohérent, du Landenien supérieur, nous nous dirigeons vers le Nord-Est à travers les bois de pins. Après avoir parcouru quelques centaines de mètres, nous arrivons au milieu d'un groupe de grandes excavations constituant, en réalité, une vaste carrière à front de taille hémicirculaire développé sur une longueur totale de plus de 300 mètres.

C'est une ancienne exploitation de pierre de Grandglise, abandonnée depuis un grand nombre d'années. Le grès y est gris un peu vert, panaché, par place, de brun et de rouge vif, assez fissuré, très craquelé, vers le haut, sur 1^{m},50 ou 2 mètres. Ces craquelures, en plaquettes irrégulières horizontales, ne se présentent qu'aux endroits où le grès affleure au sol ou n'est recouvert que d'un faible manteau meuble. On doit les attribuer à l'action de la gelée.

A l'extrémité Nord-Est de la carrière, la surface du sol se relève un peu et en même temps apparaissent, sur le grès de Grandglise, à surface supérieure bien horizontale, des dépôts qui ne sont pas dépourvus d'intérêt.

Nous reproduisons ci-dessous (fig. 1) la coupe que l'on peut observer en ce point.

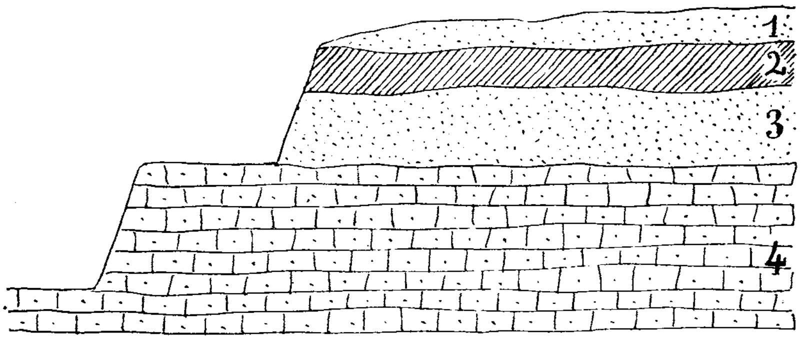


Fig. 1. — Coupe prise dans une ancienne carrière, près de Stambruges.

1. Sable gris, meuble, éolien . . . . 0^{m},10 à 0^{m},50.
2. Argile jaune ou brune, un peu sableuse. . . 0^{m},50 à 1^{m},00.
3. Sable noir, ligniteux, rappelant du marc de café très fin, gris ou blanc par place . . . 2^{m},00.
4. Grès de Grandglise; visible sur . . . . . . 2^{m},50.

Je considère le sable ligniteux (3) comme devant être rangé dans le Landenien supérieur (*L2*), et le fait n'a été contesté par aucun de nos confrères présents à l'excursion.

Quant à l'argile jaune (2), il est évident que des observations limitées à ce point conduiraient à la ranger dans la même assise, mais l'étude de la région montre que nous sommes ici à l'extrémité Sud d'une grande nappe d'argile yprésienne qui s'étend vers le Happart et forme une partie des hauteurs du Nord du bassin de la Haine. Malgré son aspect un peu spécial, l'argile (2) doit donc être considérée comme yprésienne (*Yc*); il semble qu'en ce point, elle forme une plaque mince détachée de la grande nappe en question.

Nous sortons de la carrière, et, marchant sur un sol sableux très mobile, nous nous dirigeons vers l'Est et atteignons, à 400 mètres de là, l'extrémité d'un raccordement du chemin de fer vicinal.

Pour établir la voie sur le bord d'une route, on a entaillé un talus qui la bordait du côté Nord et pratiqué ainsi une coupe que nous reproduisons ci-dessous (fig. 2).

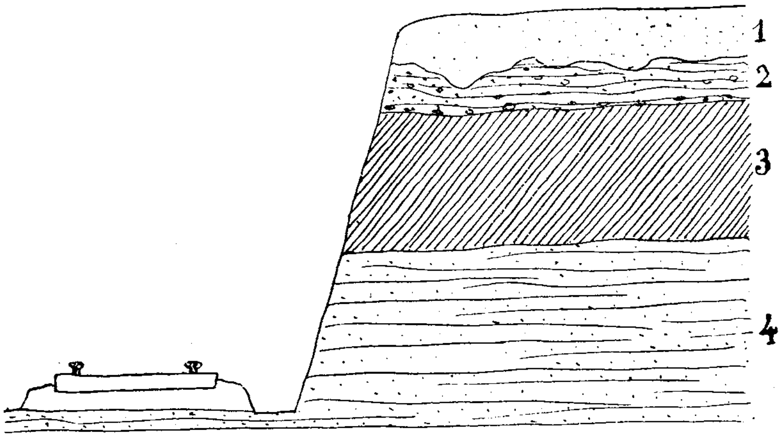


Fig. 2. — Coupe prise au terminus du chemin de fer vicinal, près de Stambruges.

1. Sable un peu ligniteux ou chargé d'humus, très mobile, éolien. $0^m,50$.
2. Sable brun-jaune avec quelques cailloux très roulés de silex. $0^m,20$.
3. Argile brun grisâtre ou brun-jaune par altération. . . . . . $1^m,50$.
4. Sable glauconifère gris-vert clair; visible sur. . . . . 2 mètres.

Dans le sable (4), on reconnaît immédiatement le sable landenien *L1d* de l'Éribus. Chose remarquable, à 400 mètres des carrières que nous venons de visiter, nous voyons que le facies gréseux de Grandglise

a disparu et que l'on trouve le sable *L1d* sous son aspect ordinaire. Donc, comme cela a été dit plus haut, le facies gréseux n'atteint pas, vers l'Est, la route de Ville-Pommerœul à Belœil.

L'argile (3) est bien l'argile yprésienne (*Yc*), et de ce point, elle s'étend d'une façon continue vers le Nord-Est.

Nous voyons donc ici l'argile yprésienne *Yc* reposer directement sur le sable landenien marin *L1d*, comme à l'Éribus, au cimetière de Mons et en bien d'autres points.

C'est, en effet, le cas normal, ou du moins le plus fréquent. Les sables et argiles du Landenien supérieur tel qu'on l'entend aujourd'hui, sont des dépôts éminemment localisés, d'extension relativement très faible, soit qu'ils ne se soient réellement déposés qu'en certains points, soit, ce qui est plus probable, qu'ils aient été généralement balayés par la transgression yprésienne et respectés seulement en quelques points privilégiés.

Le sable (2), avec cailloux roulés, est quaternaire et représente un facies très intéressant; comme il est mal caractérisé en ce point, j'attendrai une observation subséquente pour en dire quelques mots.

Le sable (1) semble ici provenir, en partie, du remaniement du sable (2), dont il renferme quelques cailloux roulés épars. Mais au Nord-Est de la voie, l'épaisseur du sable (1) s'accroît; le sol, qui en est constitué, présente des ondulations de caractère dunal très accentué. L'existence de dunes en cet endroit, avant l'établissement des bois, ne peut être douteuse, et là où des coupes de pins ont été pratiquées, les vents secs du Nord-Est remanient constamment le sable superficiel. Ce sable est blanchâtre ou grisâtre, dépourvu de tout mélange argileux, très mobile, un peu chargé de matière végétale. A quelques décimètres de profondeur, il est gris noirâtre ou noir, fortement chargé de matière ligniteuse, additionné, à la vérité, de matière végétale récente. Quoi qu'il en soit, la substance ligniteuse terreuse proprement dite domine parmi les matières charbonneuses noires mêlées aux sables. Si l'on rapproche ce fait de l'existence, tout près d'ici, d'une couche de 2 mètres d'épaisseur de sable ligniteux intercalé entre le Landenien marin et une lentille d'argile yprésienne, on n'est pas embarrassé pour expliquer l'origine de ces sables modernes, dunaux, chargés de matières végétales. En des points où l'érosion, enlevant l'argile yprésienne, a mis à nu les sables ligniteux landeniens, ceux-ci ont été remaniés par les agents atmosphériques et une partie en a été charriée par les vents de façon à donner lieu à ces amas dunaux.

Il est clair, d'autre part, que ces sables dunaux renferment aussi des

éléments empruntés au Quaternaire sableux de ces régions. Nous pouvons même dire que la plupart des sables éoliens du Nord de la Haine ont cette origine, mais les dépôts superficiels de sables chargés de matière charbonneuse devant lesquels nous sommes arrivés, semblent dériver directement du Landenien supérieur.

Le sable dunal est ici l'objet d'une exploitation assez active; on l'emploie à la fabrication des briques réfractaires ordinaires et de dalles communes pour pavage d'usines.

Naturellement, ce sable ne peut, tel quel, servir à aucun usage. On doit préalablement le débarrasser de ses matières ligniteuses par un lavage à l'eau effectué sur place.

Les sables dunaux renferment une nappe aquifère. Cette eau, dont la présence dans une région si éminemment perméable étonne au premier abord, est maintenue par cette couche d'argile yprésienne que nous avons vue dans la coupe de la voie ferrée. La présence de cette eau permet, pendant plusieurs mois de l'année, de laver une masse de sable s'élevant de 8000 à 10000 tonnes.

Avant de quitter ce point, j'ai fait remarquer à mes confrères la présence, un peu au Sud, d'une *dépression sans écoulement*, d'une *cuve*, parfaitement fermée, dont l'emplacement correspond, en profondeur, au passage du calcaire carbonifère au terrain houiller.

Après avoir visité les chantiers de lavage de sable, nous rejoignons la voie vicinale et la suivons vers l'Est à travers bois. Nous constatons que le sol continue à être formé de sable gris mobile, et plusieurs de nos confrères sont frappés du *caractère campinien* que présente cette région située entre la plaine alluviale de la Haine et le plateau limoneux du Nord.

Au point où le chemin de fer vicinal atteint l'extrémité du bois, nous tournons au Sud et arrivons brusquement à la *Carrière Lebailly* (fig. 3).

C'est une longue et profonde excavation ouverte pour l'exploitation d'une roche blanche, en couches régulières, qui offre, au point de vue géologique, autant d'intérêt qu'elle a d'importance industrielle.

Nous sommes ici en plein terrain houiller, quelque étonnant que le fait puisse paraître, à première vue, devant la blancheur éclatante de la roche.

Nous sommes descendus dans la carrière, et j'ai profité de l'occasion pour rappeler en quelques mots la constitution stratigraphique de l'étage inférieur du terrain houiller au Nord du district du Couchant de Mons.

Dans la manière de voir actuelle, on appelle Houiller inférieur (*H1*) l'ensemble des assises qui vont du contact avec le calcaire carbonifère jusqu'au poudingue houiller inclusivement. On y distingue trois assises :

1° *Assise inférieure.* Au bord Nord du bassin du Hainaut, le calcaire carbonifère se termine par des bancs de cherts noirs non fissiles, souvent bréchoïdes et géodiques; au-dessus viennent des phtanites noirs à cassure mate, divisés en lits bien distincts, atteignant quelques centimètres d'épaisseur et non fissiles; ils renferment quelques bancs plus épais de phtanite à cassure conchoïde, brillante et à aspect de silex, et parfois des bancs bréchoïdes. Les phtanites forment des couches de plusieurs mètres d'épaisseur, alternant avec des couches de schistes argilo-siliceux noirs, très fissiles en grandes plaques, et dont les bancs sont divisés par des joints plans, très nets, en gros blocs polyédriques. Ces schistes prédominent dans la partie supérieure de l'assise.

Telle est l'*assise des phtanites* (*H1a*), répondant aux ampélites du pays de Liége.

Quoique présentant une inclinaison générale au Midi, l'assise des phtanites offre de larges ondulations, aussi bien dans le sens Est-Ouest que dans le sens Nord-Sud. Il arrive que sur un espace limité, les couches sont presque horizontales. Ces circonstances ont pour effet de donner à la zone d'affleurement de l'assise une largeur qui n'est pas en rapport avec sa puissance stratigraphique. Une autre conséquence de cette allure est de rendre très difficile l'établissement de la succession des couches, car les principes que l'on emploie dans la stratigraphie des couches inclinées sont peu applicables ici.

L'assise des phtanites renferme plusieurs fossiles, dont le plus commun est une espèce de *Posidonomya* dite *P. Becheri.* On y a trouvé, au camp de Casteau, un *Productus*, un fragment de *Phillipsia* et plusieurs espèces de végétaux.

L'assise est visible, au bord Nord du bassin, dans les vallées des ruisseaux de Gottignies, de Saint-Denis, de Casteau, de Maisières, de Baudour, de Sirault et de Blaton.

Dumont ne comprenait dans son terrain houiller inférieur ou sans houille que l'assise des phtanites, mais il y rangeait des couches que, d'après la lettre de la légende, on doit plutôt ranger dans l'assise suivante.

2° *Assise moyenne* (*H1b*). Dans le bassin du Hainaut, la plus grande partie de cette assise est formée de schistes et de psammites ayant l'aspect ordinaire des roches du Houiller supérieur et intercalant quelques minces couches de houille maigre et pyriteuse. L'assise pré-

sente peu d'affleurements; on peut cependant l'observer, sur le bord Nord du bassin, à Gottignies, à Saint-Denis, près de Baudour et près d'Hautrages. Immédiatement au-dessus des roches siliceuses de l'assise des phtanites, on y trouve des psammites très argileux, noirs, zonés de gris clair ou blanchâtres, bien visibles, notamment à Gottignies, à Saint-Denis, à Erbisœul et à Baudour.

L'assise *H1b* renferme plusieurs espèces de fossiles marins. A Sirault, on a trouvé, à environ 50 mètres au-dessus des roches blanches, un banc de schistes gris pétri de fossiles, parmi lesquels abonde *Productus carbonarius*, accompagné de *Chonetes Laguessiana*, d'une *Cardinia*, d'une *Avicula*, d'une *Leptæna* et d'articulations de Crinoïdes. Dans les bancs voisins, on a trouvé quelques minces lits non continus d'un grès calcareux pétri de Crinoïdes.

Dans la tranchée du chemin de fer de Saint-Ghislain à Jurbise, à la traversée du bois de Baudour, on trouve, intercalé dans les schistes de l'étage *H1b*, un banc de 1^{m},20 de puissance, composé de trois lits d'un superbe calcaire à Crinoïdes. Ce calcaire renferme *Productus carbonarius*, *Chonetes Laguessiana*, etc. J'ai retrouvé cette zone dans le lit du ruisseau de Baudour.

Dans le lit du ruisseau Rissoris, au Nord de Nimy, les schistes de l'assise *H1b* contiennent quelques minces lits de calcaire impur.

Les veines de houille maigre que renferme l'assise *H1b* sont au nombre de deux, trois ou quatre selon les points. A Blaton, elles sont réunies en une seule.

Elles ont été exploitées autrefois en un grand nombre d'endroits, le long de la zone d'affleurement de l'assise.

Ces veines sont connues sous le nom de *coureuses de gazon*, à cause, sans doute, de leur faible inclinaison par rapport à la surface du sol.

Les dernières exploitations de ces veines, dans le Couchant de Mons, ont été celles de Sirault et de Wiers. A l'heure actuelle, on cherche de nouveau à les exploiter près de Rœulx et de Manage.

3° *Assise supérieure* (*H1c*). C'est l'assise du poudingue houiller ou du grès d'Andenne. Au Sud du bassin du Borinage, on l'a exploitée dans les carrières du bois de Colfontaine. Sur le flanc Nord, elle est très peu connue. Des blocs de grès blanc, grossier, feldspathique, que j'ai trouvés dans le ravin du Rissoris, au Nord de Nimy, lui appartiennent probablement.

La carrière Lebailly nous offre, sous des dépôts dont nous parlerons tantôt, des couches bien régulières, dirigées W. 55° S. et inclinées 25° S.-E., d'un grès blanc à grain extraordinairement fin, tellement

fin qu'on l'a quelquefois qualifié de phtanite (fig. 3 : *5*, *5'*, *5''*). S'il atteint la pureté chimique du phtanite décoloré (1), il n'en a pas la texture microscopique. D'ailleurs, l'examen à la loupe ou même à l'œil nu suffit à montrer que l'on a bien affaire à un grès.

La roche est stratifiée en bancs minces, oscillant autour d'une épaisseur moyenne de $0^{m},10$, séparés par des joints de stratification bien plans et aisément séparables. Ces petits bancs sont coupés de joints transversaux ou irréguliers.

Sur la cassure, on reconnaît que chacun de ces bancs est finement straticulé en minces lits ondulés ou obliques, d'un blanc plus ou moins mat.

Çà et là, on trouve entre les bancs une très mince zone schistoïde blanche, tendre, d'apparence argileuse, mais également de nature siliceuse.

Enfin, la coupe présente quelques bancs plus épais, atteignant 1 mètre de puissance, d'un grès plus fin encore, d'apparence presque felsitique, mi-translucide et à cassure subconchoïde (*5'*).

Les grès blancs qui viennent d'être décrits appartiennent à l'assise inférieure (*H1a*) de l'étage houiller inférieur et sont situés au sommet de cette assise. Leur position est donc entre les phtanites et schistes siliceux de l'étage *H1a* et les psammites et schistes argileux où sont intercalées les coureuses de gazon.

Dans la carrière Lebailly, ces grès ont une dizaine de mètres d'épaisseur. Les travaux n'en atteignent pas la base; nous verrons cette base dans une autre carrière, à 1 300 mètres plus à l'Est. Par contre, on en voit nettement le sommet.

La carrière est une longue tranchée creusée en direction dans la zone des grès blancs; ceux-ci pendant vers le Sud-Est, le flanc de l'excavation situé du côté du pendage montre la coupe des bancs en zones horizontales. Sur la plus grande longueur de la coupe, les grès blancs arrivent jusqu'au contact des terrains meubles qui recouvrent les couches houillères en discordance. Mais en un endroit où la paroi de la carrière s'infléchit de quelques mètres vers le Sud-Est, on voit, au sommet des grès blancs, apparaître des couches de teinte foncée. En y regardant de plus près, on constate que les grès blancs passent, vers le haut, à des roches de même nature et de texture analogue, mais de teinte grise ou noirâtre. Dans la zone de transition, la roche est panachée de couleurs rouge vif, jaunes ou brunâtres, se présentant en

(1) Des analyses du grès de la carrière Lebailly ont donné 99 et quelques dixièmes pour cent de silice.

zones parallèles minces donnant lieu, sur la cassure, à des apparences rubanées très curieuses. Ce sont là, somme toute, des phénomènes de décoloration bien connus, et nous concluons que les grès blancs sont des grès gris ou noirâtres décolorés, par les agents météoriques probablement.

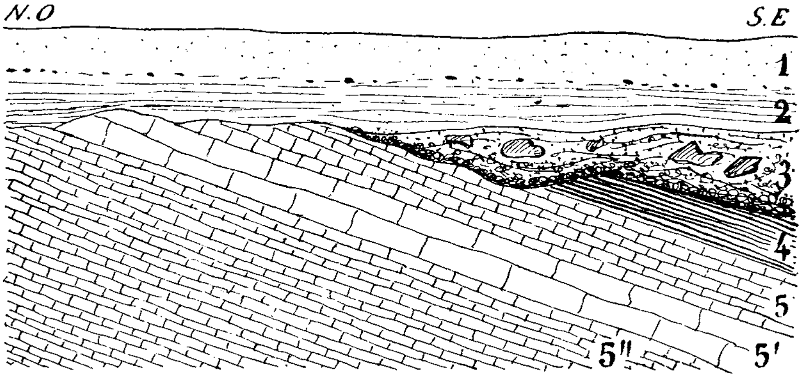


Fig. 3. — Coupe prise dans la carrière Lebailly, a Hautrages (Courtes Bruyères).

1. Sable quaternaire, remanié par les vents dans sa partie supérieure.
2. Sable quaternaire.
3. Cailloutis base du Landenien (*Lla*) plus ou moins remanié.
4. Psammite argileux décomposé, noir, base de l'assise *Hlb*.
5, 5' et 5''. Grès blanc à grain fin, exploité, sommet de l'assise *Hla*.

Au-dessus de la zone de grès non décolorés repose une couche, de 1 mètre environ d'épaisseur dans la coupe, d'un psammite très argileux, de texture zonée, décomposé totalement en une argile sableuse, un peu micacée, d'un noir légèrement bleuâtre (*4*). C'est le psammite zoné dont j'ai dit un mot plus haut.

A une vingtaine de mètres au-dessus, normalement aux strates, nous trouverions la première coureuse de gazon, si l'érosion n'avait enlevé, à l'endroit où nous sommes, les assises supérieures à la couche de psammite noir.

Au bord Nord du district du Borinage, les couches du terrain houiller, pendant au Midi sous des angles en général assez faibles, ont été rabotées par les érosions précrétacées selon une surface présentant dans le même sens une pente plus faible encore. Sur cette surface s'est déposé le crétacé, dans un bassin allongé de l'Est à l'Ouest, dont la partie axiale, plus ou moins voisine du thalweg du synclinal houiller,

s'est affaissée d'une façon continue jusqu'à l'époque du calcaire de Mons. Plus tard, les érosions qui ont accompagné la transgression landenienne ont dénudé les assises crétacées selon une surface moins inclinée encore, de telle sorte que dans l'axe du synclinal de la Haine, le Landenien recouvre le Montien ou le Maastrichtien et que, à mesure qu'on s'avance vers le Nord, on le voit reposer sur des assises crétacées de plus en plus anciennes et finalement sur les terrains primaires. C'est ce qui se présente dans la région où nous sommes : la dénudation landenienne a atteint les terrains primaires et le Landenien marin repose en discordance sur le Houiller.

Ceci nous amène à parler des dépôts qui reposent sur les grès blancs de la carrière Lebailly. Ces dépôts commencent par un épais conglomérat formé de cailloux bien roulés de silex verdis, parfois très volumineux, entremêlés de blocs anguleux des grès houillers sous-jacents, le tout empâté dans un sable argileux vert, très glauconifère (fig. 3 : 3). Ce conglomérat atteint, sur le flanc Sud-Est, 1 mètre d'épaisseur, mais, du côté opposé, il s'amincit rapidement et se termine en biseau.

Il est recouvert d'un sable, verdâtre vers la base (2), mais devenant rapidement brun, puis roux, et se terminant à la surface par un sable gris, très mobile (*1*), analogue à celui qui constitue le sol du bois que nous venons de traverser. A mi-hauteur dans le sable se trouve une ligne de quelques cailloux roulés de silex.

Le conglomérat, avec ses galets verdis caractéristiques, rappelle le gravier base du Landenien marin (*L1a*). Cependant, les blocs anguleux des roches sous-jacentes qui y sont empâtés tendent à faire croire que nous avons affaire à du Landenien remanié. S'il en est ainsi, nous avons, au-dessus des couches houillères de la carrière, les deux assises du Quaternaire sableux du Nord de la vallée de la Haine (1).

Les grès houillers blancs sont activement exploités pour la fabrication des produits réfractaires. Des usines où l'on broie la roche sont établies près de la carrière.

Après avoir déjeuné près de la station du chemin de fer vicinal, nous revenons au Nord de la carrière Lebailly et constatons l'existence d'anciennes carrières où l'on a exploité les mêmes roches. Dans l'une d'elles, on peut voir encore des schistes noirs feuilletés qui, dans la

(1) Voir J. Cornet, *Le Quaternaire sableux de la vallée de la Haine.* (Bull. Soc. belge de Géol., de Paléontol. et d'Hydrol., t. XI, 1898.)

série houillère, doivent se placer au-dessus du psammite noir altéré de la carrière Lebailly.

Au delà se trouve une série de larges puits peu profonds, alignés Est-Ouest, où l'on voit les grès blancs sous 3 à 4 mètres de sable avec cailloux à la base.

Ensuite, un peu avant d'atteindre la limite du territoire d'Hautrages, nous arrivons à une carrière à ciel ouvert où l'on voit la coupe reproduite ci-dessous (fig. 4).

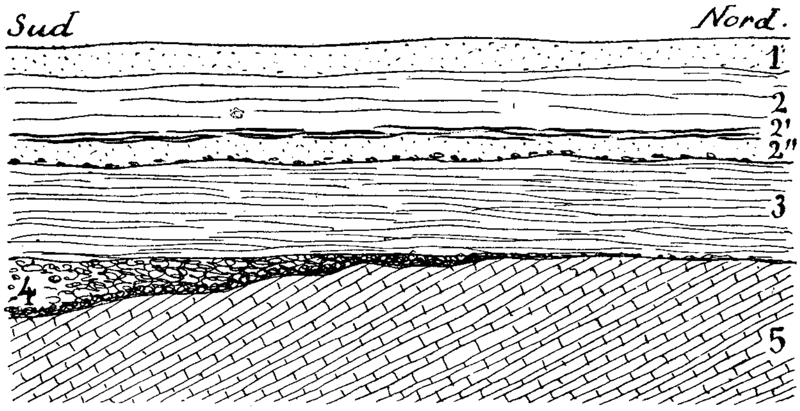


Fig. 4. — Coupe prise dans une carrière au Nord de la précédente.

1. Sable gris, mobile, remanié, environ . . . . 0m,20.
2. Sable brun ou roux, pur . . . . 0m,80.
2' Il présente au bas un mince filet de lignite terreux 0m,01 environ) au-dessous duquel sont 0m,10 à 0m,15 de sable gris-blanc (2") présentant quelques cailloux roulés de silex.
3. Sable vert, glauconifère. . . . . 0m,50 à 0m,70.
4. Cailloux roulés de silex verdis, atteignant . . 0m,50. Ils n'existent pas dans le Nord de la coupe.
5. Grès houiller blanc, exploité, en couches orientées et inclinées.

Le cailloutis (*4*) et le sable (*3*) représentent le Landenien marin qui, ici du moins, semble bien en place. Les termes 2, 2' et 2" sont quaternaires; le sable blanc (*2"*) et le lignite terreux (*2'*) proviennent, vraisemblablement, du remaniement de Landenien supérieur.

Un peu au delà, sur le territoire de Sirault, se trouve une ancienne carrière où l'on a aussi exploité les grès blancs.

Nous retournons vers le Sud pour visiter quatre petites carrières de grès blanc alignées de l'Est à l'Ouest entre le coude de la route qui

mène au village d'Hautrages et le ruisseau de Sirault. Dans la plus orientale des carrières, les couches sont orientées N. 42° W. et inclinées 30° S. Dans les suivantes, la direction est presque exactement Est-Ouest et l'inclinaison 30 à 45° S.

Les données qui précèdent sur l'orientation des grès blancs dans les différentes carrières montrent que la direction des couches varie considérablement sur des distances très courtes. Si l'on reporte ces données sur la carte, on constate que les couches dirigées Est-Ouest au point où nous sommes parvenus s'infléchissent vers le Nord-Ouest jusqu'à la carrière où nous avons levé la coupe précédente et où elles ont de nouveau une orientation voisine de Est-Ouest; de là, elles se recourbent au Sud-Ouest vers la carrière Lebailly, où elles vont W. 55° S. Elles doivent conserver à peu près la même direction pendant environ 1 800 mètres, car on les a reconnues au Rond du Bois de Ville. Du Rond du Bois de Ville, la direction doit s'infléchir vers le Nord et couper le canal d'Antoing un peu au Nord du pont du chemin de fer de Bernissart.

Après avoir fait quelques observations sans intérêt spécial dans les carrières de grès blancs, nous nous avançons d'un kilomètre vers le Nord et arrivons, au hameau des Cavins, sur Sirault, à la *Carrière Coulon,* ouverte dans le calcaire carbonifère. Nous avons ainsi enjambé l'assise *H1a* pour revenir bientôt l'étudier dans la vallée du ruisseau de Sirault. En chemin, nous remarquons que le sable qui forme le sol superficiel est graduellement remplacé par du limon.

Dans la carrière Coulon, on exploite, pour en faire de la chaux grasse, un calcaire noir parcouru de nombreuses veines de calcite, les unes très larges et verticales, d'autres plus minces et entrecroisées dans tous les sens de façon à donner à la roche un aspect bréchoïde qui rend la stratification peu nette. Les couches présentent, d'ailleurs, une allure compliquée; elles ont subi une sorte de torsion. Orientées N. 20° W. dans le Nord de la carrière, elles présentent à l'autre extrémité une direction N. 30° E. L'inclinaison se fait vers l'Est à 18° ou 20°.

Ces directions anormales doivent être en rapport avec la grande incurvation que décrivent les couches des grès houillers blancs.

Le calcaire de la carrière Coulon appartient au même horizon que le calcaire à chaux grasse de Blaton et le calcaire noir avec brèche de Casteau. Il en occupe la partie la plus élevée. En effet, lors du creusement de la carrière, il y a de nombreuses années, on a trouvé, en contact avec le calcaire, des phtanites en bancs massifs, bréchoïdes,

géodiques, à cavités remplies de petits cristaux de quartz, qui constituent l'extrême sommet du calcaire carbonifère de notre région ou, si l'on veut, la base du terrain houiller. On ne voit plus ces roches en place, mais on peut en observer des tas de gros blocs aux abords de la carrière.

Le calcaire carbonifère présente plusieurs affleurements dans le village même de Sirault, à 2 kilomètres à l'Est; nous avons jugé qu'ils présentent trop peu d'intérêt pour nécessiter un détour de ce côté. Rappelons cependant que, dans une carrière dont on voit encore les traces au centre du village, on a exploité autrefois un filon de galène. Il en est déjà fait mention dans un des *Mémoires pour servir à la description géologique des Pays-Bas, etc.*, de d'Omalius (1828).

Ajoutons que l'abbé de Witry a signalé, en 1779, l'existence à Sirault d'une source thermale à 25° R. Les plus vieux habitants du village n'en ont aucune connaissance. Si cette source a réellement existé, il est assez intéressant de faire remarquer sa coïncidence avec le filon de galène et avec l'allure tourmentée des couches primaires de la région. Elle se trouvait d'ailleurs dans une position géologique analogue à celle des sources thermales de Saint-Amand, etc.

De la carrière Coulon, nous nous dirigeons vers le hameau du Moulin à papier, en jetant en passant un coup d'œil sur une carrière où l'on exploite, pour l'empierrement des routes, du phtanite houiller en minces lits craquelés, stratifiés horizontalement dans l'ensemble, mais tourmenté par des ondulations courtes.

La *Carrière du Moulin à papier*, sur le flanc oriental de la vallée du ruisseau de Sirault, montre une belle coupe dans les roches de l'assise des phtanites (*H1a*), en couches dirigées W. 15° N. et inclinées 25° S. La partie inférieure de la coupe présente une épaisseur de 4 mètres de phtanite proprement dit, à cassure mate, en petits lits non fissiles, avec quelques minces lits schistoïdes intercalés. Au-dessus vient une épaisseur égale de schistes noirs argilo-siliceux, fissiles en grandes lames, divisés par des joints parfaitement plans en blocs polyédriques irréguliers.

Il sont surmontés par une nouvelle zone de phtanites analogues aux précédents.

Nous avons donc ici des exemples des deux principaux types de roches de l'assise *H1a*; les deux autres types : phtanite à cassure conchoïde brillante et phtanite mat bréchoïde, font défaut dans la coupe.

Nous longeons ensuite le flanc de la vallée en marchant vers le Sud et nous arrivons à la *Carrière du Bois des Nonnes*, située à proximité de l'étang, en face de la Chapelle Saint-Pierre. La carrière entame le coteau qui borde le ruisseau de ce côté. Nous avons quitté la zone des phtanites : on exploite ici les grès houillers de la carrière Lebailly. Les roches blanches, en couches dirigées W. 15° N. et inclinées 35° S., ont une puissance visible de 6 et 7 mètres ; elles reposent sur des grès analogues, noir grisâtre, visibles sur une épaisseur à peu près égale et auxquelles elles passent par gradation. Les lits intermédiaires sont zonés de gris et de noir. La roche gris noirâtre rappelle beaucoup certains psammites zonés de l'assise *H1b*, mais elle est beaucoup plus siliceuse.

Nous reprenons notre route vers le Sud. A gauche, nous apercevons les ruines des bâtiments du puits Saint-Hubert de l'ancien *Charbonnage de Sirault*. On y a exploité sans succès, de 1860 jusque vers 1868, quatre petites veines de l'assise *H1b*, de $0^m,25$ à $0^m,40$, réparties sur une stampe d'une centaine de mètres. La couche inférieure n'est qu'à une vingtaine de mètres au-dessus de la zone des grès blancs.

Les sables d'Hautrages (Bernissartien).

(Le « Wealdien » du Hainaut.)

A 300 mètres au Sud-Ouest de la fosse Saint-Hubert, au point où la route de Sirault à Hautrages arrive dans la vallée et pénètre sur le territoire de cette dernière commune, nous sommes entrés dans une exploitation de *sables bernissartiens*, et à ce propos, j'ai exposé à mes confrères quelques considérations sur cet étage si intéressant.

Les dépôts que la légende de la Carte géologique qualifie en bloc de *Wealdien* ont ici leur gisement le mieux caractérisé. Tâchons de nous faire une idée des conditions de gisement de ces dépôts, en commençant par dire un mot du substratum primaire qui les supporte.

Dans la région correspondant à la vallée de la Haine, entre Carnières et l'Escaut, il existe, creusé dans le terrain houiller, un profond ravin dirigé de l'Est à l'Ouest et rempli par le Wealdien (laissons-lui provisoirement ce nom) et par les assises crétacées marines qui, d'autre part, ne sont pas localisées dans cette vallée, mais débordent au Nord et au Sud en discordance sur les diverses formations primaires de la région.

Ce ravin est bien une *vallée d'érosion;* il faut se garder de la considérer simplement comme une vallée de plissement correspondant à l'axe du synclinal houiller. L'accentuation de ce synclinal pendant les temps secondaires et même tertiaires a, toutefois, eu pour effet de prononcer davantage l'encaissement de la vallée d'érosion.

Parti de la cote 118, entre Carnières et Anderlues, le thalweg de cette vallée atteint, en s'avançant vers l'Ouest, des profondeurs de 315 mètres à Nimy et de 317 mètres à Pommerœul. Sur ce trajet, il change à plusieurs reprises le sens de sa pente. Au delà de la frontière française, il se relève en même temps qu'il se détourne vers le Sud, et vers Valenciennes, on peut dire que la vallée prend fin. On peut exprimer ces faits en disant que la vallée en question a la forme d'une lingotière et non celle d'une gouttière. Ce n'est donc pas une ancienne vallée fluviale comme on le croit généralement. A quels phénomènes faut-il donc attribuer son creusement? Peut-on admettre que l'on a une vallée fluviale, dont la forme a été considérablement modifiée par des mouvements du sol? C'est possible, mais ce qui est certain, c'est que cette vallée présente avec les *vallées d'érosion glaciaire,* qui constituent les bassins des lacs des Alpes, des analogies frappantes de forme. A-t-elle été façonnée par des glaciers permiens? L'existence des glaciers permiens ne peut plus guère être mise en doute; d'autre part, il ne faut pas oublier qu'à l'époque permienne, notre pays était émergé et devait présenter un relief très prononcé.

Le « Wealdien » du Hainaut est constitué par les produits de la désagrégation des roches primaires : cailloux plus ou moins roulés et altérés, sables, argiles. On y trouve aussi beaucoup de lignite terreux et de grandes quantités de bois fossile.

Parmi les cailloux, les graviers et les grains de sable, le quartz domine; puis viennent des fragments de phtanites du houiller ou du calcaire carbonifère, souvent altérés et blanchis, puis du grès houiller, quelquefois de la houille, du grès dévonien, etc., mais jamais de calcaire.

Les sables sont de toutes grosseurs, ordinairement très grossiers et passant au gravier, mais quelquefois très fins. Ils sont blancs, jaunes, rougeâtres, gris ou noirâtres. Ordinairement meubles, ils sont quelquefois agglomérés, sans ciment apparent, et passent à des grès fins ou grossiers plus ou moins cohérents. Quelquefois, par suite de la présence de galets, ces grès forment de véritables poudingues. Les sables ne renferment jamais de glauconie.

Les argiles sont plastiques ou sableuses, blanches, grises, noires,

rouges ou bigarrées. Elles sont quelquefois micacées, mais jamais calcareuses ni glauconifères. Elles sont le plus souvent infusibles ou *réfractaires.*

Comme matériaux accessoires, il faut mentionner les matières ligniteuses et le bois fossile, généralement accompagnés de pyrite, et la limonite.

Pris dans son ensemble, le Wealdien forme une bande allongée de l'Est à l'Ouest, reposant *sur le versant Nord seulement* de la vallée d'érosion. La surface supérieure est plus fortement inclinée au Sud que sa surface de contact avec le terrain houiller, de sorte que dans l'ensemble il constitue une sorte de coin. Il n'existe donc pas sur le flanc Sud de la vallée ni aux abords du thalweg. On comprend que la thèse de l'origine glaciaire de cette vallée pourrait tirer de grands arguments de cette disposition.

Il n'y a pas de stratification proprement dite dans le Wealdien. La légende de la Carte géologique place les graviers à la base, tandis que Dumont les mettait au sommet du système. En réalité, il peut y en avoir à toute hauteur, et ils peuvent manquer à la base comme au sommet.

Les argiles, les sables et les cailloux ne forment pas de véritables couches, mais des amas contigus et superposés, plus ou moins lenticulaires, distribués de façon absolument irrégulière.

Les stratifications ondulées et entrecroisées sont fréquentes dans les sables.

La puissance totale de l'étage peut être très considérable, mais les maxima ne sont pas connus. Un sondage foré à l'Est d'Hautrages a traversé 140 mètres de Wealdien sans en atteindre la base; à La Louvière, on a constaté une puissance de 105 mètres.

Je ne parlerai pas de la faune du Wealdien du Hainaut : les trouvailles de Bernissart sont suffisamment connues. Quant à sa flore, elle est représentée dans les collections par les Fougères de Bernissart, les Conifères et les Cycadées de La Louvière, Bracquegnies et aussi d'Hautrages, car on trouve, dans des exploitations voisines du village, des cônes de plusieurs espèces de Conifères.

Tous les dépôts du Wealdien se présentent comme des formations continentales, fluviales ou torrentielles.

Ce fut d'Omalius qui, le premier, signala ce qu'il appela les *argiles d'Hautrages,* mais l'illustre fondateur de la géologie belge n'eut pas l'occasion de déterminer la place de ces dépôts dans la série stratigraphique. Il les confondit successivement avec les argiles tertiaires (1842) et avec les dièves turoniennes (1853).

Dumont reconnut leur véritable position entre les terrains primaires et les assises les plus anciennes du crétacé marin, mais il se trompa en plaçant au même niveau les sables d'Aix-la-Chapelle, dont il fit le type du système *aachenien*, qu'il rapprochait du Wealdien anglais. On sait que les sables d'Aix-la-Chapelle occupent une position bien plus élevée dans la série que l'Aachenien du Hainaut.

En 1866, F.-L. Cornet et A. Briart publièrent une description détaillée de l'Aachenien du Hainaut; ils conclurent en attribuant son origine aux actions destructives des phénomènes météoriques sur les roches primaires soulevées en montagnes par le ridement du Hainaut. *Ces actions ont commencé à la fin de la période houillère et se sont continuées jusqu'à l'époque où la mer a envahi la contrée, à l'époque de la meule de Bracquegnies.*

En d'autres termes, on ne peut se borner à voir dans l'Aachenien du Hainaut une sorte d'équivalent continental du Néocomien. Il peut renfermer des dépôts d'âges très différents, puisqu'ils ont pu se former à des dates très diverses du temps qui sépare le ridement du Hainaut de la transgression albienne et cénomanienne. La nature peu variée des argiles, sables et graviers qui les constituent, conséquence de la communauté d'origine, peut seule les faire attribuer à une époque géologique unique.

Lorsqu'on découvrit le gisement de Bernissart, on crut devoir le considérer comme wealdien, mais au lieu de se borner à placer dans cet étage les argiles du puits naturel de la fosse Sainte-Barbe, on n'hésita pas à qualifier de wealdien l'ensemble des dépôts aacheniens du Hainaut, alors qu'il est certain, par exemple, que la flore de La Louvière a un caractère sensiblement différent de celle de Bernissart.

Aujourd'hui, le caractère wealdien de la faune et de la flore de Bernissart est sérieusement mis en doute (1); mais en supposant même que l'âge portlandien des dépôts à Iguanodons fût démontré, on commettrait la même erreur que celle que nous combattons en appliquant cette étiquette à tous les dépôts d'argiles, sables et graviers intercalés entre le Houiller et le Crétacé marin. C'est pourquoi je suis d'avis, avec M. Van den Broeck, de ne donner à ces dépôts aucune désignation stratigraphique précise, pas plus celle de Portlandien que celle de Wealdien, de Néocomien ou d'Aachenien, et de réadopter le nom

(1) E. Van den Broeck, *Les dépôts à Iguanodons de Bernissart et leur transfert dans l'étage purbeckien ou aquilonien du Jurassique supérieur.* (Bull. Soc. belge de Géol., t. XIV, 1900, *Mém.*, p. 39 et suiv.) Voir aussi A. de Lapparent, *Traité de géologie.*

de *Bernissartien* qu'avait donné M. Purves à l'Aachenien du Hainaut de Dumont (1).

Revenons à nos observations sur le terrain. Les roches dominantes du Bernissartien sont donc des argiles et des sables. Il y a environ quarante à cinquante exploitations d'argile; les sablières et les gravières sont plus rares, car les sables ou les graviers fins que l'on pourrait chercher à utiliser sont souvent mêlés de matières ligniteuses qui les rendent inexploitables.

L'excavation où nous nous trouvons montre des sables gris clair ou blancs, à grain d'une extrême finesse, et des argiles gris clair, le tout en lits discontinus, entremêlés. Cette coupe donne en petit une idée assez nette de l'ensemble de l'étage.

Dans les sables sont enfouis de gros noyaux, à surface arrondie, mamelonnée, de grès à grain fin, très compact, blanc ou grisâtre, que les exploitants appellent des *dormants*. Quand on les trouve en assez grande quantité, on en fait des pavés. Ce ne sont que des durcissements locaux du sable; on y trouve parfois des traces de racines.

Ces noyaux présentent une certaine analogie avec les grès du Landenien supérieur : les uns et les autres sont des sables blancs agglomérés par un ciment siliceux, en masses à surface arrondie ou mamelonnée. Il est facile, le plus souvent, de les distinguer, mais il est des cas où l'on pourrait les confondre quand on les trouve hors de leur gisement. On peut alors faire appel au microscope, qui permettra souvent de reconnaître dans les grès landeniens des grains épars de glauconie, ou de petits éclats de silex, qui font toujours défaut dans les autres.

Nous quittons l'exploitation de sable et pénétrons dans ce qu'on appelle le *bassin de terres plastiques d'Hautrages et Villerot.*

Les argiles bernissartiennes exploitées comme terres plastiques et réfractaires existent, en position facilement accessible, dans une zone assez étroite qui s'étend, de l'Ouest à l'Est, depuis le bois des Poteries, au Nord-Ouest d'Hautrages, jusque dans le village de Villerot. Au delà de la route de Saint-Ghislain à Chièvres se trouve le *bassin de Baudour*, représenté par des exploitations situées dans les bois entre cette route et le village, et principalement sur les deux rives du ruisseau de Baudour.

Le Bernissartien, reposant sur le terrain houiller, se termine en

(1) J. PURVES. *Sur les dépôts fluvio-marins, d'âge sénonien, ou sables aacheniens de la province de Liége.* (BULL. DU MUSÉE ROY. D'HIST. NAT. DE BELGIQUE, t. II, 1883, pp. 153-182, pl. VII.)

biseau vers le Nord, suivant une ligne de direction générale Est-Ouest, mais en réalité fortement ondulée. En certains endroits, correspondant à des vallées d'érosion Nord-Sud, creusées dans le terrain houiller, cette limite Nord s'avance assez loin et, dépassant les limites des assises crétacées marines (Dièves, Fortes-Toises, etc.), vient affleurer sous les sables superficiels. Il en est ainsi à Hautrages, à Villerot, à Maisières. On comprend, en outre, que la présence de vallées orientées du Nord au Sud, comme celles des ruisseaux d'Hautrages et de Baudour, a pour effet de reporter au Sud la limite méridionale de l'affleurement de l'étage.

En d'autres endroits, la limite septentrionale du Bernissartien descend vers le Sud et, débordée en transgression par les assises du Crétacé marin, elle ne peut affleurer. C'est ce qui se passe entre Villerot et le bois de Baudour, à l'Ouest du bois des Poteries, à l'Est de Baudour, etc. Pourtant, comme les assises crétacées se terminent au Nord suivant un biseau très mince, il arrive que le Bernissartien est facilement accessible sous une mince épaisseur de Dièves et de Fortes-Toises, plus ou moins altérées, en des points où une carte géologique n'en indiquerait pas d'affleurement. Tel est le cas pour une partie du bois des Poteries et une partie de la région de Villerot. Un peu plus au Sud, le Crétacé marin s'épaissit rapidement et le Bernissartien ne serait plus accessible que par des puits profonds ou des galeries inclinées.

L'exploitabilité des argiles bernissartiennes dépend donc des conditions stratigraphiques locales; elle dépend aussi de conditions inhérentes aux dépôts eux-mêmes. Les argiles, les sables et les cailloux sont répartis très irrégulièrement dans l'ensemble de la masse de l'étage. De plus, la qualité de l'argile peut varier sur des distances très courtes, et à quelques mètres d'un puits qui a fourni de l'argile d'excellente qualité, un autre peut ne rencontrer que de l'argile invendable ou ne traverser que des sables.

Nous nous rendons aux exploitations d'argiles situées sur le flanc oriental de la vallée d'Hautrages et un peu au Sud de la sablonnière précédente. Elles appartiennent à M. Lebailly et à la Société des Produits réfractaires de Saint-Ghislain, dirigée par M. Pohl. En cet endroit, l'argile affleure à la surface, mais les parties superficielles sont de médiocre qualité.

L'argile (terre plastique, terre réfractaire) s'extrait par de larges puits, profonds de 10, 15, 20 mètres et davantage, que l'on creuse les uns à côté des autres, en remblayant les puits abandonnés. La masse

est découpée, au fond du puits, en gros paquets cubiques que l'on remonte au bourriquet et que l'on met, en tas, sécher sous des hangars. L'argile extraite est généralement d'un gris foncé bleuâtre, parfois d'un noir de poix. Quelle que soit sa couleur, la masse, par son exposition à l'air, prend rapidement une teinte gris clair ou même presque blanche, par suite de la combustion des matières organiques. A Baudour, on extrait aussi une argile rouge brique, colorée par du fer.

Les argiles bernissartiennes s'exploitent à Hautrages, Villerot et Baudour pour la fabrication des produits réfractaires : briques réfractaires ordinaires, dalles, carreaux, cornues à gaz, briques spéciales pour la métallurgie, la verrerie, les fours à coke, etc. Par une heureuse coïncidence, on possède, à côté, des gisements de roches siliceuses dans les grès blancs houillers que nous avons étudiés précédemment. Ces circonstances ont fait des communes de Baudour, Tertre, Villerot, Hautrages, Saint-Ghislain, etc., le district le plus important du pays pour la fabrication des produits réfractaires. Il y a dans ces communes douze ou quinze usines qui confectionnent environ 100 000 tonnes de produits annuellement.

L'extraction de l'argile réfractaire atteint, rien que pour Hautrages et Villerot, 80 à 100 000 tonnes par an. On en exporte une partie en France. L'argile vaut, selon les qualités, de 3 à 7 francs la tonne. Le prix des concessions de terrains les mieux situées atteint 100 000 francs l'hectare.

Nous prenons ensuite la route de Villerot en examinant une longue série d'exploitations qui s'étendent jusqu'à ce village. Nous sommes accompagnés par le propriétaire d'une partie de ces exploitations, M. Jules De Roubaix, de Villerot, qui nous fournit sur le mode de gisement, les procédés d'extraction et les emplois de la terre plastique tous les détails désirables.

Près du village de Villerot, le Bernissartien est recouvert par $0^m,60$ à $1^m,50$ de Fortes-Toises et Dièves, plus ou moins altérées et remaniées, surmontées de sable quaternaire. Au-dessus de la terre plastique exploitée, on trouve une argile sableuse, très ligniteuse, d'un noir d'encre, remplie de blocs et de menus fragments de bois fossile, et renfermant énormément de pyrite, en cristaux groupés en boules ou fixés sur le bois fossile. On y rencontre parfois des galets de houille. C'est dans un dépôt absolument analogue que l'on trouve, dans une exploitation du bois des Poteries, une assez grande quantité de strobiles de Conifères.

Nous traversons le village et nous nous dirigeons vers la halte de Villerot, sur le chemin de fer de Saint-Ghislain à Ath. Près de la ferme Desdain se trouve une très ancienne carrière, remise récemment en exploitation, ouverte dans les grès blancs de la carrière Lebailly. Les couches sont orientées W. 10° N. et inclinées 25° S.

Descendant dans la tranchée du chemin de fer, nous constatons que les mêmes roches y affleurent sous le viaduc voisin de la ferme Desdain. Elles sont en bancs régulièrement inclinés au Sud. Au Nord du Viaduc, ces roches reposent sur des schistes argileux noirs renfermant des bancs de psammites, très argileux, fortement imprégnés de sidérose. La tranchée est creusée dans ces roches jusqu'au viaduc suivant; au Nord de celui-ci, elles passent à des schistes argilo-siliceux qui annoncent l'approche des phtanites de l'assise *H1a*. A 200 mètres au Nord, le talus oriental, formé de schistes altérés, est recouvert, sur une dizaine de mètres de longueur, d'un *tuf calcaire* peu compact, d'une épaisseur de $0^m,10$ à $0^m,20$, formé, à la faveur de mousses en tapis serré (*Hypnum cuspidatum*), par des eaux légèrement calcareuses qui suintent de la roche.

Du côté Sud de l'affleurement des grès blancs, près du premier viaduc, on voit le Crétacé marin reposer en discordance contre le terrain houiller. Le Bernissartien n'arrive pas jusqu'à ce point vers le Nord. En marchant vers le Sud, on voit successivement, dans la tranchée : la Meule, le Tourtia de Mons, les Dièves, les Fortes-Toises, les Rabots, la Craie de Maisières et la Craie blanche. Je devrais dire : on voyait, car, actuellement, l'état des talus rend cette coupe très confuse.

L'excursion se terminait là. Aussitôt, d'ailleurs, arrivait le train qui devait nous transporter à Saint-Ghislain, puis à Mons, où la caravane se disloqua.

M. *Van Hove* envoie, sous le titre ci-dessous, un travail dont l'assemblée décide la publication dans les *Mémoires*, après en avoir entendu le résumé suivant :

Van Hove. — **Description cristallographique des quartz de Nil-Saint-Vincent.**

La première partie de ce travail comporte la description générale des cristaux de quartz de Nil-Saint-Vincent. Après quelques détails sur le gisement, on y trouve traitées les différentes questions se rapportant

à la structure bipyramidée de certains individus, à la présence, à la surface, d'un grand nombre de cristaux de figures en creux plus ou moins régulières, qui ne peuvent être que les traces de cristaux d'un autre minéral disparu, etc. Puis suit la description physique des quartz de ce gisement, accompagnée de phénomènes de corrosion qui s'y observent et de l'examen des minéraux qui s'y présentent à l'état d'inclusions. Cette première partie finit par la description cristallographique générale des cristaux examinés, suivie de la liste des différentes formes qu'on y a observées. Outre les formes ordinaires du quartz : le prisme hexagonal surmonté de la pyramide hexagonale constituée par la combinaison des deux rhomboèdres primaires, accompagnée de la pyramide trigonale, ce sont : quatre rhomboèdres positifs aigus, quatre rhomboèdres négatifs aigus, deux trapézoèdres positifs et six trapézoèdres négatifs.

La seconde partie comprend la description spéciale de quelques types de cristaux de quartz de Nil-Saint-Vincent. Après avoir signalé la présence de cristaux simples en apparence, constitués par le prisme et la pyramide hexagonale, quelquefois accompagnés de faces rhombes, l'auteur y traite plus en détail quelques cristaux maclés, dont il a déterminé la structure en les soumettant à la corrosion au moyen de l'acide fluorhydrique. Puis suit la description de quelques combinaisons plus compliquées, dans laquelle l'auteur commence par les individus les plus simples pour finir par les cristaux les plus riches en formes.

E. Van den Broeck. — **La géologie et les travaux publics.**

M. *Van den Broeck* donne lecture d'un article constituant la correspondance particulière de la *Gazette* et qui, en date du 5 mai, expose les faits suivants :

Eboulement aux quais du Sud.

Une grave nouvelle met notre population en émoi.

Au mois de septembre dernier devaient être mis à la disposition de la Ville 400 mètres des nouveaux quais que le Gouvernement fait construire au Sud. L'État n'a pu tenir les promesses qu'il nous avait faites, et ce n'est qu'hier, 4 mai, qu'il est parvenu à livrer la première centaine des 2 000 mètres de quais qu'il s'est engagé à fournir au commerce.

C'était un commencement d'exécution, et les Anversois en étaient satisfaits ; mais jugez de leur stupeur quand ils apprirent que ce matin, à

8 heures, les 100 mètres de quai avaient glissé sur la couche d'argile qui constitue en amont d'Anvers le fond du fleuve et s'avance en forme d'arc convexe sur la rivière, tandis que de profondes fissures, larges de plus de 1 mètre, se sont produites sur le terre-plein.

Ce n'est pas tout : l'ancien quai contigu, du côté de la ville, a été ébranlé par ce mouvement de la maçonnerie récente; une brèche de 1 mètre environ y est pratiquée et une fissure, moins importante, il est vrai, que l'autre, s'est formée à quelque distance sur une longueur de 50 mètres environ.

On croit que ces 50 mètres de quai ancien pourront être réparés, mais quant aux 100 mètres de quai nouveau, on s'attend à les voir dégringoler dans le fleuve à marée basse.

Toutes nos autorités et nos spécialistes se sont rendus ce matin sur les lieux. Les autorités maritimes sont d'avis que les 100 mètres de quai livrés hier, en supposant qu'ils ne s'écroulent pas immédiatement, sont perdus pour le service de la navigation. Il n'est plus possible d'y décharger un navire.

Tous les journaux d'Anvers et de Bruxelles fournissent la nouvelle et la commentent, ajoute M. Van den Broeck.

Le *Soir* du 6 mai publie l'articulet ci-dessous :

On a constaté avec stupeur aujourd'hui que sur une étendue de plus de 100 mètres, le quai Karel Ledeganck, nouvellement construit au Sud, s'enfonce doucement dans l'Escaut.

On s'applique, à l'heure présente, à limiter l'accident et à prendre des mesures de précaution.

On croit qu'il faudra, pour procéder aux réparations, démolir le quai sur une distance énorme, et alors le dommage serait considérable.

P. S. — L'accident qui s'est produit au quai Karel Ledeganck est beaucoup plus grave qu'on ne le croyait d'abord. Sur une longueur de 100 mètres, à partir de l'endroit où le mur s'est effondré, le quai est tout crevassé. On craint qu'à marée basse une partie considérable du mur de l'ancien quai ne s'écroule également.

Une commission d'ingénieurs s'est rendue sur les lieux.

Dans un long article de la même date, intitulé : *Les Quais du Sud. Un accident grave*, le *Matin*, d'Anvers, relate l'accident, disant que les nouveaux murs, longs de 175 mètres et derrière lesquels le remblai n'a encore été effectué que sur une centaine de mètres de développement, se sont mis à se mouvoir à marée basse et ont glissé dans la direction du fleuve, en prenant du centre suivant une flèche de $1^{m},50$.

Des crevasses s'étaient produites dans le mur et à l'intersection des quais récemment construits et des anciens quais; ceux-ci ne pouvaient

faire charnière, avaient été quelque peu endommagés par la pression de côté qu'ils avaient subie, pendant que les quais nouveaux, construits en courbe rentrée, se mouvaient en avant, vers le fleuve.

On craignait que le mouvement ne se reproduisît à la marée basse de l'après-midi, mais il n'en a rien été et l'on attend, non sans quelque inquiétude, la marée de ce matin pour constater si les quais se remettront à glisser.

Quelle est la cause de l'accident? On n'en sait encore trop rien. Jusqu'ici l'on se borne à faire des suppositions. Voici la plus plausible qui nous a été fournie :

Le mur, qui a 14 mètres d'épaisseur à sa base et 5 mètres à sa partie supérieure, repose sur une couche d'argile. Il est probable que les terres de remblai l'auront poussé et qu'il aura glissé sur l'argile. Un ingénieur des ponts et chaussées, que nous avons rencontré sur les lieux, a ajouté que la couche d'argile que l'on a découverte au Sud est striée de limés, c'est-à-dire de couches de sable quasi imperceptibles. A la moindre infiltration d'eau, ces limés se transforment en une pâte qui a toutes les apparences du savon vert et qui est aussi propre que lui à activer les glissements des corps pondéreux qui reposent sur l'argile.

Hier, on ne pouvait encore rien dire de précis sur la cause de l'accident. Aujourd'hui, des scaphandriers descendront le long du mur de quai et renseigneront exactement les ingénieurs sur ce qui s'est produit au fond de l'eau. C'est de leurs indications que dépendront aussi les mesures qui seront prescrites par les ingénieurs pour parer aux conséquences actuelles et aux suites futures possibles de l'accident qui vient de se produire.

M. *Van den Broeck* n'ignore pas que les nouvelles fournies par les journaux politiques quotidiens — qui cherchent à rendre leurs communications et faits-divers aussi sensationnels que possible et qui n'ont souvent pas la compétence technique pour bien apprécier la portée des accidents qu'ils relatent — sont souvent sujettes à caution.

Dans l'article du *Matin*, notamment, des commentaires qui suivent l'énoncé de la nouvelle, mais non reproduits ici, montrent trop clairement que le rédacteur est plutôt porté à exagérer la responsabilité des ingénieurs de l'État et à profiter de l'incident pour trouver une base d'argumentation nouvelle contre le projet de la Grande Coupure, dont l'exécution doit comporter d'importants travaux publics. Il convient donc d'attendre une enquête sérieuse et, si possible, désintéressée.

Mais, en l'occurrence, il s'agit d'un *fait* positif, confirmé et commenté par de nombreux organes de la presse, et qui d'ailleurs n'est pas niable. Il semble qu'il s'agisse ici d'un glissement en masse de terrain sableux

qui, sans doute sous l'empire d'infiltrations non décelées à la surface, s'est déplacé au-dessus de l'argile oligocène rupelienne, laquelle, dans la région d'amont d'Anvers où s'est produit l'accident, remonte à une cote suffisamment élevée pour affleurer même aux environs. C'est ainsi qu'au Kiel, hameau situé non loin du lieu de l'accident, les géologues ont naguère pu observer, dans des coupes du terrain, légèrement creusé en vue de l'approfondissement des fossés de l'enceinte fortifiée, la superposition du sable bolderien miocène à l'argile de Boom (1). Celle-ci, très dangereuse pour les constructions, par son foisonnement, quand elle se trouve dans certaines conditions de relation avec les eaux souterraines d'infiltration, a naguère donné lieu à de graves déboires et à des phénomènes de glissement déplorablement accentués dans les travaux de fondation des forts de Rupelmonde et d'Hoboken.

Il semblerait aussi que naguère, lors de l'édification des quais actuels, un glissement analogue s'est produit au quai Napoléon, mais que celui-ci, après avoir bougé autrefois, est resté en très bon état par la suite. Il faut espérer qu'il en sera de même au quai Ledeganck, siège du récent accident.

Les administrations de l'État, appelées sans doute à assumer une certaine responsabilité en ce qui concerne le glissement constaté dans la partie dudit quai située en regard de l'usine Gits et à proximité de la gare du Sud, n'auraient-elles pas négligé, demande M. Van den Broeck, d'entreprendre ou de faire faire, *préalablement* aux travaux de fondation, les études et explorations géologiques nécessaires pour obtenir une connaissance exacte de la nature, de la superposition et des propriétés du terrain? M. Van den Broeck n'incrimine et ne blâme personne. Il se borne à poser cette question et serait heureux de recevoir une réponse satisfaisante, montrant que les études de reconnaissance géologique ont été faites *préalablement* aux travaux de construction des murs de quai.

M. l'ingénieur *Van Bogaert* répond que non seulement des sondages préalables ont été faits, mais que les résultats en ont été communiqués aux adjudicataires, qui avaient à en tenir compte pour la rédaction des projets-concours demandés par l'Administration des Ponts et Chaussées. Le profil et la base de mur exécutés sont d'ailleurs différents de ceux des murs de quai construits en 1880 et qui sont fondés sur le sable. Tout ce que l'on peut dire au sujet de l'accident c'est qu'en adoptant

(1) E. VAN DEN BROECK. *Note sur la présence de l'argile oligocène sous les sables pliocènes du Kiel.* (ANN. SOC. MALACOL. DE BELGIQUE, t. X, 1875, *Bull.*, pp. LXXV-LXXVIII.)

le profil du mur on n'a pas tenu assez compte de la nature du terrain, qui était parfaitement connue.

M. *Van den Broeck* remercie M. Van Bogaert de ces explications, qui prouvent une fois de plus que l'on ne saurait trop tenir la main à ce que les adjudicataires de nos grands travaux publics s'inspirent des données de la science et notamment de celles fournies par la reconnaissance et l'étude du sol, qui doivent précéder toute entreprise de l'espèce.

Se défendant de toute pensée de dénigrement ou d'opposition systématique envers les Administrations de l'État, M. *Van den Broeck* désire encore savoir de ceux de ses collègues présents qui seraient à même de l'éclairer si, pour ce qui concerne le *projet de Métropolitain* de Bruxelles, on n'a pas été trop vite en besogne, établissant des plans, fixant des tracés, achetant même, paraît-il, des propriétés le long de certaines parties du tracé projeté, alors que, à la connaissance de M. Van den Broeck, aucune étude géologique détaillée des terrains par sondage ou autrement n'a été réclamée jusqu'ici à des spécialistes. Or, à Bruxelles, de nombreux exemples relatifs aux difficultés d'établissement de fondations de divers édifices de la ville ont montré qu'il existe à mi-côte du coteau bruxellois et devant certainement être rencontrée par les travaux du Métropolitain projeté, une zone dangereuse de *sables boulants* qui réclame assurément une étude soigneuse et approfondie.

Cette crainte vient d'être exprimée, il y a peu de temps, par le correspondant bruxellois de la *Meuse* dans les termes suivants, commentant la légèreté, dit-il, avec laquelle nos gouvernants évaluent les frais de travaux gigantesques.

Après avoir fourni plusieurs exemples topiques à l'appui de cette affirmation, ledit correspondant ajoute :

Il en sera de même très vraisemblablement du Métropolitain. Il est, en effet, une dépense qu'il est impossible d'estimer : c'est la somme des indemnités que l'on sera exposé à payer du chef des dommages que les travaux souterrains pourront occasionner aux édifices sous lesquels ils seront opérés. Il n'y en aura pas, nous dira-t-on, les études ont été consciencieusement faites. On répétait absolument la même chose au début des travaux de la Senne, et à peine eut-on mis la main à l'œuvre que les maisons voisines des fouilles faites rue Gaucheret, rue Destourelles et rue du Marché menaçaient de s'écrouler. Il fallut tout arrêter et tout modifier.

A Londres, pour percer certaines voies souterraines, on se vit réduit à acquérir les immeubles sous lesquelles elles devaient passer.

Il serait intéressant, dit M. *Van den Broeck*, d'avoir quelques renseignements *précis* et détaillés sur ces « études qui ont été consciencieusement faites ». Sont-ce des *géologues* qui les ont exécutées et lesquels, à la demande de qui et à quel moment?

On comprendrait parfaitement que la nécessité de la discrétion qui doit s'attacher à empêcher des spéculations éventuelles sur des emplacements de terrains visés par ces grands travaux d'intérêt public, fassent tenir dans l'ombre les études qui auraient pu être faites; mais celles-ci ont-elles été réellement faites, et des géologues compétents en ont-ils été chargés?

Voilà ce qu'il serait intéressant de savoir!

M. l'ingénieur *Bruneel*, qui est chargé des études pour l'établissement d'une ligne de jonction à travers l'agglomération bruxelloise, constate que l'étude géologique et hydrologique du terrain a été son premier guide dans la recherche du tracé d'une jonction. C'est, peut-on dire, l'allure des affleurements des couches géologiques et celle des courbes de niveau de la nappe aquifère, qui ont dicté le tracé qu'il a étudié.

Les études géologiques, tant officielles que privées, du sous-sol de Bruxelles sont assez nombreuses et précises pour avoir permis de constater que les parties à construire en tunnel s'établiraient dans les sables yprésiens. D'autre part, les études hydrologiques de spécialistes, contrôlées par la constatation du niveau des eaux dans de nombreux puits, montraient aussi que le tunnel se construisait en dehors de la nappe aquifère.

Ces documents scientifiques suffisaient pour donner la conviction que l'exécution du travail se ferait dans des conditions de sécurité absolument rassurantes. Il n'était pas possible, dans l'étude d'avant-projets et plusieurs années avant l'exécution, de procéder sur place à des sondages de détail, très rapprochés, qui eussent révélé le tracé étudié et provoqué des spéculations qu'à tous points de vue il fallait éviter.

Mais il n'entre nullement dans la pensée de ceux qui s'occupent de cette question de se borner à cette étude générale de l'allure des couches. Tout en ayant la certitude que cette allure générale se prête à la construction d'ouvrages d'art, encore faut-il, pour la rédaction des plans d'exécution, où toutes les particularités du travail doivent être indiquées, procéder à des sondages rapprochés pour reconnaître les détails de cette allure des couches.

Cette étude sera faite avant la rédaction des plans définitifs et elle sera certainement confiée à des géologues dont la science et les études

spéciales qu'ils ont faites du sous-sol de Bruxelles assureront une valeur indiscutable aux résultats de leurs recherches (1).

M. l'ingénieur *Van Mierlo* reconnaît toute l'utilité des études géologiques préalables préconisées par M. Van den Broeck, mais il expose aussi les difficultés non moins graves que suscitent les exigences d'exploitation, de trafic, qui ne permettent pas toujours la modification des tracés reconnus matériellement défectueux par la Géologie. Dans un but d'intérêt général supérieur, il faut parfois se résoudre à passer outre à des difficultés que d'ailleurs l'art de l'ingénieur parvient généralement à vaincre, et les sacrifices financiers exigés reviennent parfois encore moins cher que la non-satisfaction d'intérêts généraux d'ordre supérieur.

M. *E. Van den Broeck* remercie M. Bruneel de ses intéressants renseignements, appelés à diminuer fortement la portée des critiques dont il s'est fait l'écho. Relativement aux exigences dont parle M. Van Mierlo, il lui semble qu'elles ne peuvent cependant permettre d'aller à l'encontre des données de la science, qui permettent d'asseoir sur des bases solides des projets dans lesquels la nature du sol constitue un élément essentiel, et il exprime l'avis que dans des travaux comme ceux projetés du Métropolitain, l'étude géologique détaillée par des spécialistes des terrains à traverser s'impose au préalable et avant l'adoption de tout tracé.

M. le *Président,* prenant acte que des sondages détaillés seront faits par des géologues, pour le projet du Métropolitain, croit pouvoir se borner à insister très vivement pour que cette mission soit confiée à des géologues possédant, sur les terrains à étudier, des documents et des données positives résultant de leurs études antérieures.

C'est également l'avis de M. le *Secrétaire général,* qui s'attache à préciser les deux questions bien distinctes qu'il convient, d'après lui, de toujours envisager : les études et explorations *préalables* des terrains, d'une part; la prévision des obstacles et difficultés que pourraient éventuellement rencontrer les travaux, d'autre part. Ces deux questions nécessitent dans tous les cas l'*étude géologique préalable,* étude pour laquelle des organes tels que le Service géologique de Belgique, la Commission de la Carte géologique et la Société belge de Géologie sont tout indiqués.

La séance est levée à 10 h. 45.

(1) Depuis, en août 1900, le Gouvernement a constitué une Commission de géologues, composée de MM. Mourlon, Renard et Rutot, qui a procédé à de nombreux sondages des terrains traversés par le tunnel projeté.

Ces sondages ont déjà fait l'objet d'une note de M. Mourlon, lue à l'Académie royale de Belgique, qui confirme les déductions favorables de M. Bruneel.

SÉANCE DU 20 JUIN 1899.

Présidence de M. **M. Mourlon**, *Président.*

La séance est ouverte à 8 h. 30.

Dons et envois reçus :

1° De la part des auteurs :

2826. — *Siebenter Internationaler Geographen-Kongress. Berlin 1899. Programm der wissenschaftlichen Ausflüge.* Brochure in-4° de 16 pages et 16 figures. Berlin, 1899.

2827. **Bittner, Al.** *Eine Bemerkung zur Nomenclatur und Gliederung der alpinen Trias.* Extrait in-8° de 6 pages. Vienne, 1899.

2828. **Böckh, J.**, und **Gesell, Al.** *Die in Betrieb stehenden und im Aufschlusse begriffenen Lagerstatten von Edelmetallen, Erzen, Eisensteinen, Mineralkohlen, Steinsalz und anderen nutzbaren Mineralien auf dem Territorium der Länder der Ungarischen Krone.* Extrait in-8° de 69 pages. Budapest, 1898.

2829. **Grubenmann, Ulrich.** *Ueber die Rutilnadeln einschliessenden Bergkrystalle vom Piz Aul im Bündneroberland.* Extrait in-4° de 13 pages et 1 planche. Zurich, 1899.

2830. **Gulliver, F. P.** *Planation and dissection of the Ural Mountains.* Extrait in-8° de 14 pages et 1 planche. Rochester, 1899.

2831. — *Shoreline topography.* Extrait in-8° de 108 pages. 1899.

2832. **Issel, A.** *Morfologia e genesi del Mar Rosso.* Extrait in-8° de 17 pages et 8 figures. Firenze, 1899.

2833. — *Incisioni Rupestri nel Finalese.* Extrait in-8° de 15 pages et 2 planches. Parme, 1898.

2834. **Matthew, Geo. F.** *A Palaeozoic terrane beneath the Cambrian.* Extrait in-8° de 16 pages. Lancaster, 1899.

2835. **Meunier, St.** *La question de l'eau à Paris.* Extrait in-4° de 10 pages. Paris, 1899.

2° Périodique nouveau :

2836. Bergen. *Norwegian Marine investigations.* Report, 1895-1897.

Présentation et élection de nouveaux membres effectifs :

Sont présentés et élus par le vote unanime de l'assemblée :

MM. Cosyn, Ch., commis technique aux chemins de fer de l'État, 6, rue Van der Borght, à Koekelberg-Bruxelles;

Legrand, ingénieur des mines, 96, Grand'Rue, à Charleroi;

Pourbaix-Ledune, hydrologue, 13, rue des Marcottes, à Mons;

Van Geert, Prosper, 76, rue de Schaerbeek, à Bruxelles.

Communications des membres :

Van Mierlo. — **La carte lithologique de la mer du Nord le long des côtes belges.**

L'auteur envoie sous ce titre un travail servant de commentaire à une carte exécutée par lui, œuvre dont l'assemblée décide l'impression dans les *Mémoires.*

M. *Renard* a certaines réserves à faire quant à la similitude que M. Van Mierlo voit entre les collines de la Flandre orientale et les collines constituant les bancs sous-marins de la mer du Nord.

L'étude de M. *Van Mierlo* est importante, car on ne connaît presque pas les dépôts de la mer du Nord, et spécialement ceux de notre littoral, mais pour que cette étude porte tous ses fruits, il faut que les travaux faits en Belgique soient absolument comparables à ceux exécutés en Angleterre, en Amérique, en Suède, où ont été dressées les premières cartes du sol sous-marin. Dans ces trois pays, on a opéré par *sondage* et non par *dragage;* le premier procédé semble préférable au second, car il donne la connaissance du sol en un point qu'on peut repérer avec plus d'exactitude. Il serait aussi désirable qu'on se mît

d'accord sur les termes employés. Ainsi le mot *vase* ne peut strictement se rapporter qu'à un dépôt qui s'est effectué en dehors de toute action mécanique ; c'est l'équivalent de l'anglais *oaze* et de l'allemand *schlamm*.

Les blocs rocheux signalés par M. Van Mierlo ont aussi une importance capitale. M. *Renard* a fait l'étude de ces blocs sur des échantillons qui lui ont été remis par M. Van Beneden.

Tous les échantillons qu'il a eus sous les yeux appartiennent à des formations que l'on ne rencontre qu'au Sud par rapport à notre côte. Aucun échantillon ne provenait du Nord.

Une étude attentive des cailloux signalés par M. Van Mierlo s'impose ; elle doit être faite méthodiquement, au triple point de vue minéralogique, géographique et biologique.

M. *Van den Broeck* propose de soumettre à l'étude de spécialistes les échantillons recueillis par M. *Van Mierlo ;* il s'engage à trouver les personnes compétentes en biologie ; lui-même se chargerait volontiers de l'examen des foraminifères.

M. *Renard* est, de son côté, disposé à soumettre les échantillons sédimentaires à un de ses élèves pour le côté minéralogique.

M. *Mourlon*, revenant sur les blocs dont M. *Van Mierlo* a parlé dans sa communication, dit qu'en Campine on rencontre également de ces blocs, qui, souvent, proviennent de la Bretagne et du Boulonnais.

M. le *Secrétaire général* expose ensuite brièvement le but ainsi que le programme de la session extraordinaire annuelle que la Société se propose de tenir, du 7 au 18 septembre prochain, dans le *bassin de Londres* et dans la *région du Weald.*

Cette région si intéressante et si pittoresque du Sud de l'Angleterre, le Weald, a été choisie pour faire suite à l'excursion entreprise en 1895 dans le Nord de la France et le Boulonnais, et la date de l'excursion a été fixée de manière à faire coïncider celle-ci avec l'époque où se réuniront à Douvres les sociétés savantes pour l'avancement des sciences.

Le rendez-vous est à Londres le 7 septembre, et la première course, qui sera dirigée par M. *W. Whitaker*, a pour but l'exploration des terrains secondaires au Sud de Londres.

La seconde conduira les excursionnistes à l'Est de Londres, où ils pourront étudier l'Éocène inférieur.

Il y aura ensuite des visites à Hampton-Court, au jardin botanique de Kew et aux magnifiques parcs de Richmond.

Au programme figurent également des visites au British Museum, au Musée de South Kensington, au Service géologique de Grande-Bretagne et d'Irlande, ainsi qu'aux installations des intéressantes distributions d'eau de l'*East London Water Works C°* et aux installations d'épuration des produits des égouts de Londres.

Enfin, le 13 septembre, rendez-vous à Douvres, où doit se tenir le Meeting annuel de l'Association britannique pour l'avancement des sciences. Diverses courses seront ensuite organisées aux environs de Douvres, notamment aux sables de Hastings, à l'estuaire de la Tamise et le long de la plage entre Folkestone et Hythe.

M. le *Secrétaire général* ajoute, pour terminer, que de nombreux avantages seront accordés aux excursionnistes et que tout sera mis en œuvre pour leur rendre le séjour en Angleterre aussi intéressant qu'instructif.

M. MOURLON. — **Compte rendu de l'excursion géologique faite dans la Campine limbourgeoise les 21 et 22 mai 1899.**

M. *Mourlon* rend compte oralement de cette première course dans la Campine limbourgeoise, les dimanche et lundi de la Pentecôte, et dont l'itinéraire était Moll, Lommel, Houthaelen, Op-Itter (Bree), Maeseyck, Genck et Hasselt. Le but était l'étude et la discussion du Moséen marin et l'examen des intéressantes collines tertiaires de Houthaelen, montrant, suivant M. Mourlon, la superposition des étages bolderien, diestien et casterlien dunal. Les énigmatiques niveaux fossilifères des collines d'Op-Itter, notamment celui de l'escarpement du moulin de Gruitrode, ont fourni des éléments paléontologiques dont l'étude s'achève en ce moment, nonobstant le triste état des échantillons.

Les superbes ballastières de Genck ont excité l'admiration et l'intérêt des excursionnistes, qui ont discuté également la question des gros blocs erratiques gréseux, épars dans la région environnante.

Comme une excursion complémentaire, à organiser ultérieurement, doit faire voir d'autres parties de la Campine limbourgeoise, M. Mourlon se propose de réunir dans un même compte rendu détaillé tous les faits observés.

Avant de lever la séance, M. le Président rappelle la date prochaine (24 courant) de la conférence avec projections que nous a promise

M. *Ad. Kemna,* directeur des « Water Works » d'Anvers, et qui sera consacrée à la *biologie des filtres à sable.*

De plus, le lundi 26 juin, M. le professeur *A. Renard* a bien voulu, avec l'aimable assentiment de la Direction des *Carrières de Quenast,* se charger de diriger une visite à ces remarquables exploitations qui offrent, comme on le sait, un vif intérêt scientifique, industriel et pittoresque.

Une séance de projection consacrée à illustrer les vues exposées par M. Renard, sur l'origine et la structure de la roche éruptive de Quenast, sera donnée dans les locaux mêmes de l'exploitation, après la visite des carrières et le tirage des mines.

La séance est levée à 10 h. 30.

SÉANCE MENSUELLE DU 18 JUILLET 1899.

Présidence de M. **M. Mourlon**, *président.*

La séance est ouverte à 8 $^1/_2$ heures.

En ouvrant la séance, M. le *Président* est heureux de faire part à l'assemblée de la nomination de M. le baron *A. de Loë* en qualité de *Conservateur adjoint* des Musées royaux des Arts décoratifs et industriels. (*Félicitations.*)

M. *Van den Broeck*, de son côté, a été nommé membre honoraire de la Société géologique de Londres. (*Applaudissements.*)

Enfin, MM. *Eug. Lagrange* et *Van Lint* ont été promus : le premier Officier de l'Ordre de Léopold, le second Officier d'académie. (*Applaudissements.*)

Dons et envois reçus :

1° De la part des auteurs :

2837. — *A Guide to the Fossil Mammals and Birds in the Department of Geology and Palaeontology in the British Museum (Natural History). Seventh edition.* 1 volume in-8° de 123 pages et 116 figures. Londres, 1896.

2838. — *Idem to the Fossil Reptiles and Fishes.* 1 volume in-8° de 129 pages et 165 figures. Londres, 1896.

2839. — *Idem to the Fossil Invertebrates and Plants.* 1 volume in-8° de 158 pages et 182 figures. Londres, 1897.

2840. — *A Guide to the Exhibition Galleries of the British Museum* (*Bloomsbury*). 1 volume in-8° de 118 pages et plans. Londres, 1899.

2841. — *A Handbook to the Museum of Practical Geology.* 1 volume in-8° de 167 pages. Londres, 1896.

2842. **De Cort, Hugo.** *Quelques observations intéressant la faune malacologique du Congo. Découverte, à l'état vivant, du* Galateia Dupont, *Dautz., espèce considérée jusqu'ici comme fossile. Contribution à la faunule du promontoire de Banana. De l'habitat des* Galateia. Extrait in-8° de 4 pages. Bruxelles, 1899.

2843. **Janet, Charles.** *Études sur les Fourmis, les Guêpes et les Abeilles. Note 1. Sur la production des sons chez les Fourmis et sur les organes qui les produisent.* Extrait in-12 de 10 pages. Paris, 1893.

2844. — *Sur les Nématodes des glandes pharyngiennes des Fourmis* (*Pelodera, sp.*). Extrait in-4° de 3 pages. Paris, 1893.

2845. — *Sur les nerfs de l'antenne et les organes chordotonaux chez les Fourmis.* Extrait in-4° de 4 pages.

2846. — *Sur une cavité du tégument servant, chez les Myrmicinae, à étaler, au contact de l'air, un produit de sécrétion.* Extrait in-4° de 4 pages. Paris, 1898.

2847. — *Réaction alcaline des chambres et galeries des nids de Fourmis. Durée de la vie des Fourmis décapitées.* Extrait in-4° de 4 pages. Paris, 1898.

2848. — *Sur un organe non décrit servant à la fermeture du réservoir du venin, et sur le mode de fonctionnement de l'aiguillon chez les Fourmis.* Extrait in-4° de 4 pages. Paris, 1898.

2849 — *Sur le mécanisme du vol chez les insectes.* Extrait in-4° de 4 pages. Paris, 1899.

2850. — *Études sur les Fourmis, les Guêpes et les Abeilles. Note 16. Limites morphologiques des anneaux post-céphaliques et musculature des anneaux post-thoraciques chez la Myrmica rubra.* Extrait in-8° de 36 pages. Lille, 1897.

2851. — *Système glandulaire tégumentaire de la Myrmica rubra. Observations diverses sur les Fourmis.* Extrait in-8° de 30 pages. Paris, 1898.

2852. — *Aiguillon de la Myrmica rubra. Appareil de fermeture de la glande à venin.* Extrait in-8° de 27 pages. Paris, 1898.

2853. **Lang, Otto.** *Kalisalzlager.* Brochure in-8° de 48 pages.

2854. **Matthew, G. F.** *Preliminary notice of the Etcheminian fauna of Newfoundland.* Extrait in-8° de 9 pages et 3 planches. St-John, 1899.

2855. **Walin, E.** *L'aménagement et l'utilisation des eaux dans les régions de Péking, de Tientsin et de Shanghaï-Hankow.* Extrait in-8° de 31 pages et 1 planche. Bruxelles, 1898.

2° Périodique nouveau :

2856. PARIS. *Écho des Mines et de la Métallurgie.* 1899.

Présentation et élection d'un nouveau membre effectif :

Est présenté et élu par le vote unanime de l'assemblée :

M. Van de Weyer, L., inspecteur de l'Industrie et du Travail, 66, rue de Ribeaucourt, à Bruxelles.

M. *Mourlon* prend ensuite la parole pour attirer l'attention des membres présents sur l'excursion annuelle organisée par la Société géologique du Nord sur le versant méridional de la montagne Noire.

Cette excursion, dirigée par MM. *Bergeron, Depéret* et *Nicklès*, offrira le plus haut intérêt, principalement pour les géologues qui se sont adonnés à l'étude du Primaire.

Communications des membres :

Arthur Issel. — Essai sur l'origine de la mer Rouge.

M. *Rutot*, qui a bien voulu se charger de l'examen de ce travail, doit se borner à la lecture des conclusions de l'auteur, dont l'étude, n'étant qu'une suite d'arguments ayant tous une réelle valeur, se prête difficilement à être résumée.

M. Rutot conclut à l'insertion de l'ouvrage dans les *Mémoires*. (Adopté à l'unanimité.)

E. Rahir. — Premiers documents pour l'étude de la source intermittente de Crupet.

(Voir la planche A hors texte.)

J'ai pensé que les observations que j'ai eu la chance de pouvoir faire à la source intermittente de Crupet intéresseraient les membres de la Société de Géologie. Le fonctionnement très peu fréquent de cette source n'a pas, je pense, jusqu'à présent permis aux spécialistes d'en faire une étude; c'est ce qui justifie ces quelques notes d'un aspirant géologue sans prétention. Je me bornerai d'ailleurs à vous dire ce que j'ai vu, laissant aux hydrologues le soin d'en tirer des déductions scientifiques.

La source intermittente de Crupet est située dans une prairie, non loin du Bocq, au pied du massif rocheux de Venatte et à près de 4 kilomètres en amont d'Yvoir. Un petit pont en bois permet d'arriver à la source, qui se signale par un tas de pierres à proximité d'un arbuste.

Voici tout d'abord quelques données préalables reproduisant l'avis ou les observations de quelques-uns des auteurs qui se sont occupés de la source intermittente dite de Crupet :

« Dans cette commune (Yvoir), au pied du rocher de Venatte, est une curiosité naturelle, une fontaine intermittente, dont les eaux montent régulièrement de sept en sept minutes. »

(PIMPURNIAUX, *Guide du voyageur en Ardenne,* 1856.)

« Au pied du rocher de Venatte, à Yvoir, on voit une fontaine intermittente qui monte et descend régulièrement de sept en sept minutes. »

(MALFRENNOUT, *Guide du touriste dans la ville et la province de Namur,* 1878.)

« On a souvent parlé d'une source intermittente, jaillissant près du Bocq. Elle se trouve peu avant le pont du confluent, tout de suite à gauche de la route et vers la rive droite du ruisseau ; une passerelle y conduit. C'est un simple trou creusé en terre, dans une languette de pré allongé dans le coteau boisé que domine la ferme de Venatte.

Le trou est rempli d'eau : je confesse avoir essayé vainement d'observer le phénomène signalé. Peut-être eût-il fallu patienter une quinzaine de jours : mais la patience n'est pas ma vertu. »

(JEAN D'ARDENNE, *Guide en Ardenne.*)

« Sur la route de Crupet vers Yvoir et sur le territoire de notre commune se trouve une fontaine intermittente très intéressante se vidant toutes les sept minutes, au moment où elle fonctionne régulièrement. »

(*Renseignement fourni, en 1899, par le Secrétaire communal de Crupet.*)

« C'est à Bauche que se trouve une fontaine intermittente dans une prairie appartenant au baron de Woelmont, au pied du rocher de Venatte. Plus heureux que Jean d'Ardenne, nous sommes parvenu à la découvrir. Elle coule pendant sept minutes et se repose pendant le même temps; on a essayé de tarir sa source, mais la petite fontaine est aussi persistante que capricieuse. L'accès n'en est guère facile aujourd'hui sans guide, et Raiwet, le garde du Moulin, qui connaît le bon sentier, se fait bien vieux; mais le propriétaire se propose d'aménager les abords. La fontaine sera clôturée et reliée à la route par une passerelle jetée sur le Bocq. »

(V. REDING, *Spontin,* brochure in-8°, 1890.)

Les diagrammes de deux observations, que représentent les deux figures de la planche *A* accompagnant cette note, ont été dressés suivant

le même rapport. Une minute de durée de fonctionnement ou d'arrêt y est représentée par environ $2^{mm},5$ de distance horizontale (1). Le zéro correspond au niveau du déversement de la source. Les différences de niveau de son bassin sont à moitié de la grandeur réelle, soit à raison de 5 millimètres par centimètre.

Observation du 22 mai 1899.

Depuis plus d'une semaine avant cette première observation, il n'y avait pas eu de notables chutes de pluie.

Je me rendis à la légendaire source intermittente vers 3 heures de l'après-midi et je constatai que son bassin, qui peut avoir un diamètre d'environ 40 à 50 centimètres et une profondeur de 60 centimètres, était rempli d'eau transparente, à la température de 11° centigrades. La température du Bocq était de 14° C.

J'ai observé six fonctionnements consécutifs; les cinq premiers jaillissements se sont effectués dans une période de temps variant entre 3 et 8 minutes; les intervalles de repos ont varié entre 45 secondes et 4 minutes. J'ai vu le sixième jaillissement fonctionner pendant une durée de 30 minutes sans aucune interruption, mais seulement avec des variations dans l'intensité de ce jaillissement. A 4 heures 20 minutes, j'abandonnai la source, celle-ci continuant à donner un débit d'eau régulier.

Avant d'aborder l'observation du 31 mai, il me semble utile de fournir quelques renseignements sur l'état atmosphérique des jours qui l'ont précédée, ainsi que sur certains détails d'observations préliminaires.

Le 24 mai, il est tombé d'importantes averses ruisselantes. Le 25 mai, je me rendis à la source; le bassin était vide; au fond, on apercevait le roc calcaire. L'état en partie desséché des parois argileuses du bassin indiquait que la source devait ne plus fonctionner depuis un temps assez long. Donc 24 heures après de fortes chutes de pluie, la source n'en était pas encore influencée.

Je restai une heure dans ses environs, et avant de partir, je traçai des repères dans les parois argileuses de son bassin, marques qui devaient fatalement disparaître au premier jaillissement; je me promettais de revenir à la source un jour ou deux après.

Il continue à pleuvoir fort pendant une grande partie de la journée du 25 ainsi que pendant celle du 26.

(1) Exactement $2^{mm},45$ dans la figure 1, et $2^{mm},48$ dans la figure 2.

Le 27 mai, par un temps pluvieux, je me rendis à la source; la prairie qui l'entoure était complètement détrempée. Je constatai avec stupéfaction que les parois argileuses de son bassin étaient entièrement desséchées et que les marques de l'observation d'il y a deux jours y étaient nettement visibles; ce qui donne la certitude absolue que les pluies copieuses des trois jours précédents n'avaient pas encore eu d'action sur la capricieuse source.

Observation du 31 mai 1899.

Le 31 mai, six jours après les premières grandes précipitations d'eau, j'y retournai encore, et depuis 10 heures jusqu'a 11 h. 13, je notai cinq fonctionnements consécutifs de la fontaine, mais absolument différents de ceux du 22 mai. (Voir la planche A, fig. 2.) Les durées des jaillissements ont cette fois varié entre 3 et 7 $^1/_2$ minutes, et les repos, en y englobant les petites oscillations sans importance, entre 5 $^3/_4$ minutes et 16 $^1/_2$ minutes. Les différences de niveau dans le bassin ont cette fois-ci été considérables, jusque 34 centimètres, alors qu'à la première observation elles n'avaient varié qu'exceptionnellement de 5 centimètres.

L'eau était moins transparente et ne semblait pas, à première vue, jaillir avec une force et une abondance plus considérables que le 22 mai. La température de l'eau était identique : 11° C. A 11 h. 13, le bassin étant rempli, le jaillissement cesse, et il ne se produisit plus que quelques petites oscillations au niveau supérieur, puis tout mouvement cessa. Le même jour, vers 3 heures de l'après-midi, je retournai voir l'état du bassin. Il était rempli; son niveau n'avait baissé que de 2 centimètres au-dessous de celui de 11 h. 32, moment où j'avais abandonné l'observation du matin. J'y suis resté quinze minutes et n'ai pu que constater son immobilité absolue; ce qui pourrait bien indiquer, me semble-t-il, un arrêt du fonctionnement de la source.

Avant de terminer, je me permettrai d'attirer l'attention de mes collègues sur la fin des deux observations du 22 et du 31 mai. *La fin de la première* a été marquée par un jaillissement ininterrompu; ce qui permet de croire que l'intermittence de cette source peut, dans certaines circonstances, être remplacée par un jaillissement continu ou tout au moins de longue durée. *La deuxième observation* s'est terminée par un arrêt brusque dans le fonctionnement de la source.

Telles sont les observations que, sur l'invitation de notre savant secrétaire, M. Van den Broeck, je me suis cru autorisé à communiquer à la Société.

Note complémentaire.

D'après les deux observations précédentes, on peut conclure que le fonctionnement de la source intermittente de Crupet est dû au mécanisme bien connu du siphonnement.

Selon la légende très répandue et mille fois répétée dans de nombreux ouvrages par des auteurs qui pour cela ne s'en sont rapportés qu'à la tradition, le jaillissement de la fontaine s'effectuerait d'une façon mathématique à des intervalles réguliers de sept en sept minutes; autrement dit, elle serait mise en activité par un seul siphon. Mais il me paraît maintenant établi, en raison de l'irrégularité constatée dans son mode de fonctionnement, que l'intermittence de cette source est régie probablement par un système compliqué de deux ou peut-être de plusieurs siphons dont les réservoirs seraient d'inégales capacités et par conséquent de débits inégaux. C'est, je pense, l'opinion de M. Ern. Van den Broeck. Il serait cependant nécessaire, me semble-t-il, de compléter ces premières observations par plusieurs autres, afin de pouvoir donner une explication bien nette de la marche de ce phénomène hydrologique.

Je crois devoir signaler ici quelques points obscurs et curieux qu'il serait intéressant d'étudier et pour lesquels des données plus nombreuses seraient nécessaires.

J'ai remarqué, ainsi qu'on peut le voir par le diagramme, figure 2 de la planche A, qui accompagne cette note, que le 31 mai il s'était produit un brusque arrêt dans le jaillissement de la source, arrêt qui avait persisté pendant plusieurs heures. Pendant cette longue durée, la source a conservé jusqu'au bord le contenu liquide de son bassin. Pourquoi cet arrêt brusque et pourquoi l'eau ne s'était-elle pas échappée de son bassin?

Lors de l'observation du 22 mai, j'ai pu constater qu'en général le niveau de la source ne variait que de 1 à 2 centimètres entre deux jaillissements, tandis que le 31 mai les différences de niveau étaient au contraire fort grandes. Le 22 mai, j'ai également pu remarquer que les temps de jaillissement étaient tous de plus longue durée que ceux de repos de la fontaine; le contraire a eu lieu le 31 mai. D'après cela, il paraît probable que le système de siphonnement devait être différent pendant les deux courtes périodes d'observations mentionnées plus haut, sans qu'il en résultât toutefois une augmentation ou une diminution appréciables dans le débit de la source. Il faut cependant en excepter le dernier jaillissement du 22 mai, qui paraissait plus copieux

et dont je n'ai pu remarquer la longue durée entière, qui était hors de proportion avec les autres.

Un dernier fait, encore assez curieux à signaler : lorsque, après trois jours de pluies persistantes, je me suis rendu à la source, j'ai constaté que son bassin était complètement à sec et qu'il l'était depuis trois jours (prouvés par des marques dans l'argile des parois), alors que la prairie environnante était détrempée et que les eaux du Bocq, devenues boueuses, étaient montées d'une façon notable. Pourquoi était-il complètement à sec lorsque son voisinage était saturé et même sursaturé d'eau par les pluies ruisselantes des jours précédents? Ainsi que j'ai pu le constater (fin de l'observation du 31 mai), un brusque arrêt s'était produit dans le jaillissement de la source et son bassin était resté rempli pendant plusieurs heures.

Il y a là, me semble-t-il, une série de faits paraissant contradictoires, qui nécessiteraient des observations supplémentaires.

Si je me suis permis d'ajouter ces quelques lignes à ma note précédente, c'est dans l'unique espoir qu'elles pourront être utiles aux observateurs futurs, qui, s'ils ont la chance assez rare d'arriver au bon moment, auront probablement l'occasion de remarquer des fonctionnements de la capricieuse fontaine, très différents de ceux dont je viens de parler.

Après cette intéressante communication, M. le capitaine **H. Rabozée** expose comme suit les résultats des observations qu'il a faites vers 1882, — la première fois qu'il est allé à la fontaine intermittente, — et l'explication la plus simple qu'il croit pouvoir donner du jeu capricieux de cette source. (Voir la figure ci-après.)

Il a vu se répéter plusieurs fois les phases suivantes du fonctionnement :

a) Montée de l'eau dans le bassin S de la source, son débordement avec écoulement à l'air libre vers le Bocq, pendant un certain temps.

b) Diminution du débit, cessation du jaillissement, abaissement du niveau jusque vers le fond du bassin.

c) Après un temps d'arrêt, montée de l'eau, mais cette fois jusqu'à un niveau inférieur à celui du débordement.

d) Abaissement du niveau jusque vers le fond du bassin.

Les phases *a*, *b*, *c* et *d* se reproduisent ensuite dans le même ordre et avec la même allure.

Ces constatations semblent indiquer un fonctionnement ayant de l'analogie avec les oscillations observées par M. Rahir, mais ce seraient des oscillations de plus grande amplitude.

Il paraît évident qu'un dispositif par siphon unique ne peut expliquer la variabilité constatée par M. Rahir dans le jeu des venues d'eau.

L'abaissement (*b* et *d*) du niveau dans le bassin de la source S indique d'abord qu'il existe un canal souterrain ou un réseau de fissures d'évacuation représenté schématiquement en E.

Il faut remarquer ensuite qu'un siphon ARB, fonctionnant seul, assurerait un jeu d'intermittences régulières, — ou variant d'une façon continue et progressive, — à la condition que le débit moyen du canal B soit supérieur à la venue d'eau par A et à l'évacuation possible par E.

L'entrée en jeu d'un deuxième dispositif siphonnant A'R'B', à phases simples, de durée différente de celle du premier, va compliquer singulièrement la marche du phénomène. Le siphonnement par B', se produisant aux diverses époques du fonctionnement du dispositif ARB, viendra, par certaines de ses évacuations, multiplier le nombre de jaillissements en S, ou bien, par d'autres, prolonger la durée de ces jaillissements en augmentant leur débit. Et il peut en résulter une grande variation dans les manifestations du débordement, même pendant une période d'alimentation constante par A et A'. Dans ces conditions bien définies, le problème peut se mettre en équation, et il est possible de traduire par un diagramme le cycle des phénomènes qui se manifesteront en S.

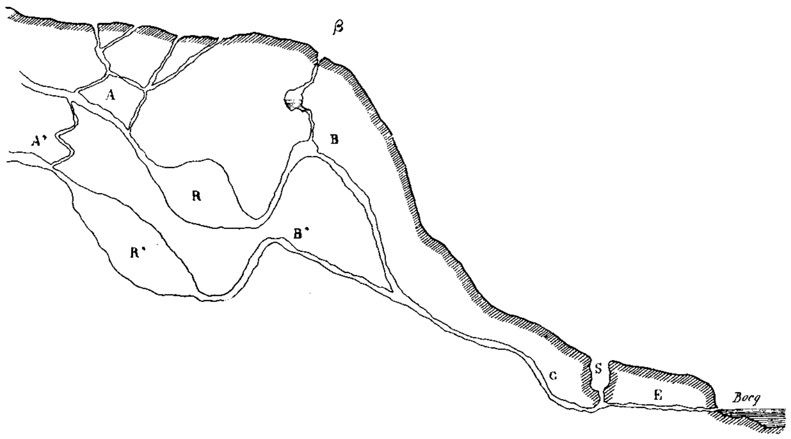


SCHÉMA PROBABLE DU MÉCANISME DE LA FONTAINE INTERMITTENTE DE CRUPET.

Mais on conçoit que l'irrégularité dans les venues d'eau par A et A' peut amener une infinie variété dans le jeu de la capricieuse fontaine. Il faut encore remarquer que des causes perturbatrices peuvent résulter du siphonnement prématuré d'un dispositif lors de l'entrée en action du voisin.

Pour expliquer un état particulier de la fontaine signalé par M. Rahir (à la fin de son observation du 22 mai), il suffit de faire remarquer qu'une alimentation par A, égale ou supérieure au débit moyen en siphonnement par B, pourrait donner lieu à un écoulement continu par ce canal avec jaillissement permanent en S.

La persistance d'une nappe d'eau à un niveau constant (fin de l'observation du 31 mai) dans le bassin S, sans déversement à l'air libre, pourrait trouver une explication dans l'état d'équilibre suivant : un écoulement continu par B, moins abondant que dans le cas précédent, amènerait une quantité de liquide que le canal E ne pourrait évacuer que grâce à une augmentation de vitesse dans ce canal E, fournie par une surpression de l'eau.

Cette surpression serait obtenue par l'accumulation de l'eau dans le canal C et dans le bassin S, où la nappe d'eau constatée indiquerait la charge sous l'influence de laquelle se produit l'écoulement par E.

Enfin, une période d'arrêt dans le fonctionnement apparent de la source et l'assèchement du bassin S peuvent être le résultat d'une alimentation par A (ou A′) moindre encore que dans le cas précédent, avec évacuation par E sans surpression.

On peut aussi imaginer une venue d'eau assez faible pour que l'écoulement se produise d'une façon continue par B (ou B′), ce canal n'étant pas rempli. Le filet d'eau y resterait donc constamment à la pression atmosphérique, l'amorçage du siphon ne se produisant par conséquent pas.

On peut faire observer que l'extrême rareté des périodes de fonctionnement apparent de la source permet de penser qu'indépendamment des conditions d'alimentation signalées plus haut, une autre cause vient encore troubler la régularité du mouvement de l'eau. Il suffit d'imaginer une fissure Bβ, mettant le conduit B en communication avec l'atmosphère, pour arrêter l'intermittence et assurer un écoulement continu sans siphonnement, quelle que soit l'importance de l'alimentation. Cette fissure venant dans certains cas à s'obstruer par l'apport de limon, le siphon est reconstitué.

Depuis sa première observation, M. le capitaine Rabozée est retourné une cinquantaine de fois à la fontaine de Crupet, sans jamais avoir eu la chance de la revoir en action.

M. *Van den Broeck* félicite M. Rahir de s'être attaché à noter avec un soin qu'on ne saurait trop louer ses observations à la fontaine intermittente de Crupet ou d'Yvoir et fait remarquer combien ce genre de constatations est précieux. De nombreux observateurs, en effet, qui

avaient espéré, à maintes reprises, pouvoir observer le jeu intermittent de ladite fontaine, ont été déçus dans leur attente; témoin ce que vient de nous dire M. Rabozée, qui, après ses observations fructueuses de 1882, est retourné une cinquantaine de fois à la fontaine sans avoir pu rien observer. Notre collègue M. de Pierpont, qui habite la vallée de la Meuse, non loin d'Yvoir, s'est rendu à la fontaine de Crupet plus de cent fois et n'a réussi qu'en une seule occasion et après vingt-cinq minutes d'attente, à surprendre enfin une manifestation authentique de l'écoulement intermittent.

Ce qui paraît résulter des constatations de MM. Rahir et Rabozée, c'est qu'il y a ici une indication nouvelle du caractère de généralité des *siphons souterrains* dont M. Martel a montré l'existence fréquente dans le lacis des canaux d'écoulement aquifère des terrains calcaires crevassés et fissurés avec circulation d'eaux localisées.

Le retard de plusieurs jours, après de copieuses pluies, de fonctionnement intermittent de la fontaine de Crupet, retard que l'une des observations de M. Rahir met bien en évidence, fournit la preuve de l'existence de réservoirs souterrains finissant, après un certain temps seulement, par se remplir jusqu'au niveau d'amorçage avec écoulement par siphon.

Quant à l'extrême variabilité du jeu intermittent de la fontaine, variabilité accusée aussi bien par les temps d'inaction et de déversement que par l'amplitude des fluctuations du niveau d'eau, elle confirme, en l'accentuant, la thèse que vient de nous présenter M. Rabozée, d'après laquelle il y aurait une multiplicité de dispositifs siphonnants venant converger vers la fontaine de Crupet.

Constatant l'irrégularité, si capricieuse en apparence, du régime de cette fontaine et eu égard au peu de durée de ses périodes de fonctionnement, on ne saurait trop engager tous nos collègues indistinctement à profiter de leur habitat, de leur passage ou de leur villégiature dans la pittoresque vallée de la Meuse pour approfondir le régime de cette intéressante manifestation hydrologique et surtout pour en étudier les rapports avec les conditions climatériques, pluviales et autres, pouvant influencer la production et les variations du phénomène.

Sans pouvoir préciser d'où lui est parvenu le renseignement, ignorant même s'il est publié ou non, M. *Rahir* signale la notion qui lui a été fournie, mais dont il n'a pu vérifier encore le bien fondé, de l'existence d'une autre source intermittente, qui serait visible également dans la vallée de la Meuse, à Chauveau (commune de Lustin). Ce serait au rocher de Frappe-Cul, au pied du hameau de Chauveau et derrière l'auberge, à mi-côte de l'entrée de la grotte préhistorique bien connue.

Ch. Bommer. — **De l'action de la couverture végétale du sol sur sa composition chimique.**

M. *Bommer* fait une communication au sujet de l'action de la couverture végétale du sol sur sa composition chimique.

Les phénomènes de cet ordre sont parfaitement connus, mais M. Bommer a eu l'occasion de les observer dans des conditions particulièrement intéressantes.

On sait que la décomposition lente des débris végétaux accumulés à la surface du sol des forêts et des tourbières engendre des produits acides, des acides humiques. Ces corps exercent une action dissolvante sur les composés ferreux contenus dans le sol, et en les éliminant ils décolorent complètement les couches superficielles.

L'action dissolvante des acides humiques est très caractéristique dans le sol des forêts des régions sablonneuses, c'est elle qui est le point de départ de la formation du tuf, si préjudiciable à la culture forestière en Campine. On peut observer un très bel exemple du sol sableux décoloré par l'action des forêts dans la tranchée que le chemin de fer traverse peu après la station de La Hulpe et qui coupe une colline de sable ferrugineux couronnée par une sapinière; le sol est manifestement décoloré sur une épaisseur de près d'un mètre.

L'observation qui fait l'objet de cette communication a été faite dans une tout autre région du pays et dans des conditions fort différentes de composition du sol.

Les plateaux de la Haute Ardenne sont recouverts en bien des points par une couche souvent assez épaisse d'argile colorée en jaune par du fer.

La couche argileuse est fréquemment recouverte par de vastes tourbières dont on a entrepris l'assainissement en les drainant au moyen de tranchées.

Dans les tourbières de la forêt de Saint-Hubert, située à une altitude moyenne de 500 mètres, M. Bommer a remarqué que l'argile formant la couche superficielle du sol était, d'une manière constante, décolorée sur une grande épaisseur par les produits acides de la décomposition lente des végétaux des tourbières; la décoloration peut s'étendre à plus d'un mètre de profondeur.

Cette action est d'autant plus remarquable qu'elle se manifeste dans un sol imperméable au plus haut degré, car ces argiles sont éminemment compactes; l'action des acides humiques doit se produire par une sorte de diffusion dans la masse des argiles.

Le phénomène dont il est question s'étendant en général à tous les plateaux élevés de la haute Belgique, M. Van den Broeck a signalé à M. Bommer qu'il pourrait exister une relation entre l'élimination par dissolution du fer des argiles de ces plateaux et le caractère ferrugineux si accusé des eaux de Spa, dont le principal élément aurait de la sorte une origine superficielle. C'est cette remarque qui a engagé M. Bommer à faire part de ses observations sur les actions chimiques de la zone superficielle du sol des tourbières ardennaises.

M. *Rutot* a rencontré plusieurs fois dans les plaines des Flandres une application des idées émises par M. *Bommer*.

A Thielt et à Thourout notamment, le sable flandrien blanc repose sur le sable paniselien vert. Là où le sol est couvert de bois de sapins, la différenciation entre ces deux terrains présente de sérieuses difficultés par suite de la décoloration, due aux végétaux, du sable glauconifère, décoloration qui peut s'étendre sur $0^m,60$ à 1 mètre de profondeur; le doute ne peut être levé, dans ce cas, que par la détermination du gravier de base du sable flandrien.

M. *Jottrand*, se basant sur ce fait que les sources de Spa jaillissent de terrains schisteux, émet des doutes sur l'influence de la végétation superficielle comme cause minéralisatrice de ces eaux.

M. *Van den Broeck* est heureux d'avoir à revenir sur la question, encore non résolue, de l'**origine des eaux minérales de Spa**. Il fait observer à M. Jottrand que bien souvent la sortie de certaines « sources » du sein des schistes ou de la roche primaire n'implique nullement la conséquence que ces eaux viennent de la profondeur. Ainsi, pour Spa, un savant spécialiste, M. *Saint-Just Dru*, qui en a étudié avec soin les sources minérales, dont certaines ont été captées par lui, a fait à cette occasion de suggestives observations, que MM. *Delesse* et *de Lapparent* ont naguère exposées dans les tomes V (1868) et VI (1869) de leur *Revue de géologie*.

Le résultat de ces observations est que, de même que les eaux d'Enghien, les eaux minérales de Spa seraient simplement des *eaux météoriques superficielles* qui s'infiltrent dans des roches plus ou moins remaniées de l'étage salmien de Dumont. Ces eaux devraient leur acide carbonique à la décomposition des débris de végétaux à travers lesquels elles s'infiltrent dans la région des hautes fagnes, qui seraient leur lieu primitif et réel d'origine. C'est en circulant ensuite au travers des schistes salmiens, d'ailleurs en partie décomposées et fortement

imprégnés d'oxyde de fer, que ces eaux, préalablement chargées d'acide carbonique dans leur région originaire, auraient dissous les substances minérales et surtout l'oxyde de fer contenu dans ces roches.

C'est à cette thèse de M. Saint-Just Dru, adoptée par les éminents géologues précités, que M. Van den Broeck s'est rallié dans ses *Observations préliminaires sur la thèse d'une origine non interne des eaux minérales de Spa,* publiées dans le procès-verbal de la séance du 25 juillet 1888 du tome II (1888) du *Bulletin de la Société belge de Géologie.*

M. Bommer vient de nous exposer avec raison que le fer peut avoir la même origine que l'acide carbonique; la thèse n'en serait que plus simplifiée encore.

C'est par l'intermédiaire des *éboulis des pentes,* parfois très développés, comme c'est le cas précisément à Spa, dans la majeure partie de la région des sources, que se fait souterrainement, mais à petite distance du sol, la communication des eaux provenant du trop-plein des fagnes et s'infiltrant ensuite dans les bas niveaux des sites environnants, par les interstices, fentes et joints de la roche primaire, d'où cette eau paraît alors sourdre en arrivant des profondeurs.

Sans vouloir prétendre que ce cas soit général et qu'il atteigne en rien la thèse incontestable de l'origine interne de l'acide carbonique de *certaines* sources minérales, telles que celles des régions volcaniques de l'Eifel et de l'Auvergne, il n'est pas douteux qu'un bon nombre de sources dites minérales, et même avec dégagements développés d'acide carbonique, peuvent, tant pour cet acide carbonique que pour les principes minéraux divers qu'elles renferment également, avoir tiré ce gaz et ces substances, non des régions internes et profondes de la terre, mais de zones superficielles plus ou moins voisines, où s'effectue très aisément, sous l'influence de facteurs bien connus, l'élaboration de ces principes dont l'abondance transforme une source ordinaire en une source minérale.

Tel paraît précisément devoir être le cas pour les eaux de Spa, et il faut espérer que la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie mettra quelque jour à son ordre du jour l'étude systématique et approfondie de cette intéressante question.

Il n'y a pas seulement dans la solution du problème, fait remarquer M. Van den Broeck, la satisfaction d'une légitime curiosité ou l'attrait d'un progrès scientifique, il y a, en outre, au point de vue médical et thérapeutique, comme au point de vue de l'intérêt général et de la législation de nos richesses minérales, un avantage considérable à savoir à quoi s'en tenir au point de vue des règles et lois à établir, en

connaissance de cause, au sujet de l'établissement rationnel des *zones de protection* de nos sources minérales. Il va de soi que la connaissance du mode d'origine, du processus chimique et des conditions d'amenée souterraine de ces eaux minérales doit constituer la base de toute la législation sur la matière.

M. *Mourlon*, rappelant ses recherches des eaux iodurées d'Uccle, fait remarquer que les sources iodurées de la Suisse sont intermittentes, qu'elles se ressentent des fluctuations atmosphériques, qu'elles semblent donc avoir également une origine superficielle.

Enfin, M. *Rutot* fait remarquer que les sources émergeant du sable paniselien sont ferrugineuses si ce sable est décoloré; elles se sont minéralisées au détriment des sables, et leurs eaux déposent généralement des sels de fer peu de temps après leur arrivée au jour.

NOUVELLES OBSERVATIONS

RELATIVES AU

GISEMENT DES IGUANODONS DE BERNISSART

(DEUXIÈME PARTIE)

Étude par sondage des dépôts de recouvrement de la région des puits naturels de Bernissart.
Le Cran du Nord et le sondage horizontal de 1864, au Cran du Midi,

PAR

E. VAN DEN BROECK

La communication orale, accompagnée de l'exhibition de figures, coupes et plans, qui se trouve résumée ci-dessous, est destinée à faire suite, dans les *Mémoires*, à la première note fournie en janvier dernier au sujet des conditions de gisement des Iguanodons de Bernissart.

L'exposé qui suit a pour but de fournir quelques constatations précises faites à l'aide de sondages dans la région des dépôts de recouvrement des puits naturels de cette localité.

On connaissait fort bien jusqu'ici l'existence des deux accidents géologiques appelés *Cran du Nord* et *Cran du Midi*, ce dernier constituant le lieu de gisement des Iguanodons. Depuis ces dernières années, un troisième accident géologique, très voisin du Cran aux

Iguanodons et situé un peu à l'Ouest de celui-ci, a été reconnu : c'est le *Cran circulaire*, ou *Cran du Sud-Ouest*, puits naturel, superbement caractérisé comme tel. Délimité dans tout son périmètre par les travaux miniers, à de multiples profondeurs, le Cran circulaire, dont le diamètre est d'environ 120 mètres, vient renforcer, par le fait de sa proximité immédiate du Cran aux Iguanodons, la thèse que l'on a affaire ici à de simples accidents géologiques *localisés*, ceux-ci représentant des zones d'effondrement ayant pour origine des vides qui se sont propagés *d'abord de bas en haut* et dans lesquels sont ensuite graduellement descendus les dépôts recouvrants post-houillers, qui y ont donc été amenés en profondeur par un mouvement de descente ayant cette fois rempli de *haut en bas* ces puits du Houiller pendant la durée des temps secondaires. On se rappelle que la thèse soutenue par M. Dupont, et dont il paraît rester actuellement le seul défenseur, était le remplissage alluvial direct *de bas en haut* du Cran aux Iguanodons, considéré par lui comme une profonde vallée houillère creusée dans le schiste, puis peu à peu comblée par l'alluvionnement successif des argiles bernissartiennes (qu'il considère comme d'âge crétacé et wealdien). Dans la thèse de M. Dupont, on ne devrait constater, dans la série des dépôts de *recouvrement* secondaires et tertiaires qui reposent sur l'argile dite wealdienne de Bernissart, aucune influence d'allures ou de dispositions décelant l'action du dispositif sous-jacent.

Après le comblement, en effet, de la prétendue vallée de Bernissart et le recouvrement des plateaux houillers environnants par ces mêmes argiles atteignant ainsi, d'après l'hypothèse de M. Dupont, une épaisseur totale de 250 mètres et plus, l'arrivée des mers crétacée, albienne, cénomanienne, turonienne et sénonienne a donné lieu à une succession de dépôts dont l'allure régulière et parallèle ne pouvait être influencée en aucune façon par le dispositif de la vallée, *antérieurement comblée* et devant ainsi constituer un substratum stable pour toute la série recouvrante.

Dans la thèse du puits naturel, au contraire, on doit s'attendre à ce que les strates de la série recouvrante témoignent de *dérangements localisés* respectivement au-dessus des emplacements du Cran aux Iguanodons, du Cran circulaire et du Cran du Nord. C'est en se demandant si de tels dérangements n'auraient pu affecter jusqu'aux couches *les plus superficielles* de la série recouvrante, que M. Van den Broeck s'est trouvé incité à opérer quelques sondages de reconnaissance dans la région des divers Crans de Bernissart.

C'est le résultat nouveau de ces recherches matérielles qu'il expose

à l'Assemblée et les données acquises sont des plus concluantes. Une coupe générale passant par l'axe du Cran du Nord, par le puits Sainte-Barbe et par l'axe du Cran du Midi ou aux Iguanodons, englobant enfin les résultats du sondage minier n° 8, au Sud dudit Cran, a été dressée par lui et a exposé, en les synthétisant, les résultats de ses sondages. Cette coupe, exhibée en séance, montre d'une manière *indiscutable* une influence d'affaissement localisé, propagée jusqu'au sol actuel, où s'observent de légères dépressions correspondant à l'emplacement précis des crans; elle décèle ainsi les phénomènes de tassement et de descente des dépôts post-houillers de tout âge qui remplissent et recouvrent les accidents géologiques ainsi étudiés par M. Van den Broeck dans leur répercussion de surface.

Ce n'est pas seulement l'ensemble des dépôts crétacés, postérieurs à l'argile à Iguanodons, qui a été affecté par ce phénomène de tassement et de descente localisée, prévu dans la thèse du gisement interprété comme puits naturel (thèse qui est généralement aussi celle des ingénieurs des mines), mais c'est encore le *sable tertiaire landenien* qui se montre directement influencé dans sa présence et dans son absence, comme dans son développement, par l'action d'affaissement, transmise au travers de l'épais massif secondaire, suivant la localisation des puits naturels de la région. Bien plus, les coupes et diagrammes de M. Van den Broeck montrent que les dépôts modernes (sable de lavage) eux-mêmes se trouvent sous l'influence directe de la localisation du phénomène d'affaissement souterrain, laquelle localisation constitue une des preuves de l'inexactitude de la thèse d'une vallée bernissartienne. Une coupe, constituée à l'aide d'une série rectiligne de sondages passant par-dessus l'emplacement du Cran circulaire, est très suggestive à cet égard; elle montre la coïncidence parfaite de l'axe souterrain du puits naturel avec l'axe superficiel de la *lentille* de sable landenien qui repère le « puits » à peu de distance sous le sol. Même observation pour le Cran Nord, avec cette intéressante constatation qu'entre ce cran et celui du Midi il n'y a plus un atome de Landenien. Celui-ci n'a donc été préservé de la dénudation post-éocène que dans les points où, à l'aurore des temps tertiaires, l'influence de la localisation des puits naturels de Bernissart avait amené des dépressions correspondantes dans la surface du Crétacé sous-jacent à ces vestiges tertiaires.

Le Cran du Nord n'est pas un puits naturel, de disposition analogue, dans son état actuel, à celui, bien développé et typique, du Cran du Midi ou à celui du Cran circulaire. On n'y trouve pas, descendues aux mêmes grandes profondeurs que dans le Cran du Midi, les couches

crétacées en succession complète. Ce Cran du Nord représente, dans une certaine mesure, un culot, un fond de puits naturel, dont les parties supérieures, contenant et contenu, auraient été arasées. Au niveau des étages ordinaires d'exploitation, on constate, par l'examen des plans miniers figurant les travaux de recherche et d'exploitation les plus récents, l'existence de veines *très supérieures,* descendues, avec les massifs houillers qui les renferment, au niveau d'autres veines sensiblement plus profondes dans la série stratigraphique. Il semble que l'on soit ici en présence des dépôts de la première phase de formation d'un puits naturel : celle où des paquets de la partie supérieure du massif houiller sont descendus, en masses faillées et dérangées, dans le vide qui s'était creusé sous eux. Entre ces paquets du massif supérieur houiller, fournissant ici à l'exploitant des veines nettement plus élevées que celles rencontrées au même niveau dans la région périphérique du Cran du Nord, se sont glissées, par effondrement corrélatif, des masses irrégulières d'argile bernissartienne (renfermant ici des végétaux), des vestiges démantelés de terrains crétacés, etc. C'est ainsi que pour ce Cran du Nord, M. J. Cornet a pu signaler dans une galerie à 160 mètres, engagée au sein de cet accident, et trouvé, empâté dans de la blocaille de friction, un fragment de *Meule* cénomanienne bien reconnaissable, dépôt qui, au voisinage du Cran, est *in situ* à plus de 100 mètres plus haut. L'argile bernissartienne constitue, de même qu'au Cran du Midi, gisement des Iguanodons, le fond du culot de dépôts secondaires recouvrant les assises supérieures descendues du terrain houiller. M. l'ingénieur *Crimont,* qui actuellement (1) dirige les travaux du charbonnage, a renseigné à M. Van den Broeck que toutes les veines de l'exploitation passent à l'intérieur de cet accident avec des séries de dérangement en remontage. On trouve des paquets de 30 à 40 mètres de charbon exploitable, puis un dérangement avec niveau houiller plus élevé et ainsi de suite. Actuellement, on exploite au sein du Cran du Nord non seulement la veine *Vedette*, l'une des plus supérieures de la série régionale, mais encore des couches plus élevées encore, inconnues auparavant et nommées couches *A* et *B*. En somme, pour M. Crimont, ce que l'on a appelé Cran du Nord n'est que l'axe dérangé d'un vaste crochon. Au Nord, comme au Sud, passent à toutes profondeurs et en allures normales les couches exploitées par le charbonnage, et cette continuité montre qu'il y a, comme dans les cas ordinaires des puits naturels, localisation complète de l'accident et absolument rien qui,

(1) Juillet 1899.

comme le voudrait ici également M. Dupont, pourrait laisser admettre l'existence d'une autre vallée Sud-Nord qui serait, dans ces parages, l'analogue de la « vallée aux Iguanodons » imaginée sur une interprétation erronée du puits naturel dit le Cran du Midi.

M. *Van den Broeck* signale enfin la portée, qui semble avoir totalement échappé à M. Dupont, de l'exploration en plan horizontal, par galerie et sondage, faite dès 1864, à l'étage de 240 mètres, dans les travaux de la *Veine Maréchale*. Ces travaux de reconnaissance ont permis de se rendre compte très exactement de la nature et des dispositions de la région périphérique et septentrionale du Cran du Midi ou des Iguanodons. Or la disposition en falaise verticale du Houiller, limitant au Nord une succession fortement redressée d'argiles bernissartiennes et de sables boulants intercalés dans leur masse, s'oppose, au premier chef, à l'hypothèse d'un sillon fluvial se poursuivant, dans sa région d'amont, vers cette direction. (Voir d'ailleurs les données du plan minier de la fig. 4, p. 237, d'une communication antérieure de M. Van den Broeck, sur Bernissart, faite à la séance du 27 décembre 1898.)

Il est à remarquer que cette observation, qui, avec d'autres encore, fournies par les travaux miniers postérieurs à 1878, s'oppose à toute extension rationnelle vers le Nord de la région d'amont de la « vallée bernissartienne », est faite *à moins de 40 mètres* au Nord du gisement des Iguanodons, soit d'un site où la prétendue vallée aurait déjà atteint 250 mètres de profondeur et plus de 80 mètres de largeur. Comment de telles constatations, connues depuis 1864 et publiées par M. l'ingénieur *Arnould* l'année même de la découverte des Iguanodons, n'ont-elles pas amené M. Dupont à prendre une connaissance plus approfondie *des faits* avant d'exposer à l'Académie sa thèse de la profonde vallée bernissartienne? C'est là ce qu'il est bien difficile de comprendre.

En somme, il aurait suffi à l'époque de la découverte des Iguanodons, postérieure de *quatorze ans* aux observations précitées, d'ouvrir simplement les yeux, sans idée préconçue, pour constater que dans la région interprétée comme constituant l'axe de la prétendue vallée en sa région d'amont, on se trouvait en présence, au lieu d'une trouée d'érosion fluviale remplie d'argile, d'un mur vertical schisteux, ou d'une haute falaise de terrain houiller, dominant le *trou* béant dans le schiste houiller, où, à une quarantaine de mètres plus au Sud, se trouvaient enfouies, respectivement à 80 et à 116 mètres plus bas, les carcasses d'Iguanodons, descendues au sein des paquets d'argile ayant rempli cette cavité d'effondrement localisé du terrain houiller.

Pour terminer sa communication, M. *Van den Broeck* exhibe le décalque, qu'il a soigneusement pris au Musée, de l'une des deux coupes interprétant à nouveau celles dressées par M. l'ingénieur Sohier, coupe redessinée, sous la direction de M. Dupont, par M. Léonard à l'échelle du $^1/_{500}$. Dans cette coupe suggestive, malgré les modifications qu'elle a subies et dont l'opposition, restée formelle, aux vues de M. Dupont paraît avoir échappé à ce dernier, on voit nettement que le gîte aux Iguanodons est constitué par l'accumulation d'énormes blocs d'argile, bouleversés, comprimés et plissés par places, et disposés en paquets stratifiés dans divers sens. La disposition de ces blocs a été surtout influencée par l'irrégularité des mouvements de descente forcée, avec compression latérale entre les parois obliques du « cran ». Ces blocs se montrent manifestement descendus d'un niveau primitif, à stratification fine, horizontale, régulière et vraisemblablement lacustre; niveau primitif que l'on peut évaluer avoir été de 100 à 120 mètres au-dessus du gisement d'effondrement actuel le plus supérieur.

Ces diverses données et d'autres complémentaires, exposées en séance par M. *Van den Broeck,* seront jointes à l'exposé des faits signalés dans sa communication de janvier dernier et paraîtront réunies dans les *Mémoires,* avec une série d'illustrations, de coupes et de planches nécessaires pour la bonne compréhension de cet intéressant sujet, qui d'ailleurs est loin d'être épuisé par la communication de ce jour.

M. *L. De Pauw* dépose, à l'examen de la Société, le manuscrit d'un travail développé et accompagné de nombreuses planches et figures.

Dans ce travail, intitulé : *Journal de la découverte des Iguanodons de Bernissart,* l'auteur a relaté l'historique de la découverte et a exposé la marche des travaux successifs d'extraction, de préservation, de décroûtage et de montage, travaux auxquels il a pris, comme on le sait, une part considérable, en sa qualité de contrôleur des ateliers du Musée de Bruxelles.

M. le *Secrétaire général* fait remarquer à ce sujet que sans les intelligentes mesures qui, sur l'initiative de M. De Pauw, furent prises à Bernissart pour assurer tant une extraction extraordinairement délicate et difficile que la bonne préservation des pièces recueillies, la remontée au jour des débris des précieux mais friables squelettes, le Musée de Bruxelles ne fût jamais entré en possession de la collection que lui envient aujourd'hui les Musées du monde entier. Il ajoute que,

outre la relation d'incidents et de faits peu connus, le travail consciencieux de M. De Pauw renferme des données scientifiques inédites. De plus, il fournit sur les procédés d'extraction et de préservation des ossements ramenés au jour des renseignements d'un caractère utilitaire et d'application générale qui en font désirer, également à ce point de vue, la diffusion par voie de publication.

M. *De Pauw* ignore si ce travail, par suite du développement de certains côtés techniques, qui n'ont rien de géologique, et eu égard aux frais élevés que son exécution représente, pourra être accepté pour les *Mémoires;* toutefois, il désire que la chose soit examinée à ce point de vue.

En ce qui concerne le gisement, il paraît à peine nécessaire à M. De Pauw d'ajouter qu'il est absolument d'accord avec l'immense majorité, avec la *totalité* sans doute des géologues et ingénieurs des mines belges, pour défendre la thèse d'un gisement d'*effondrement en puits naturel*, en opposition absolue avec la thèse énoncée en 1878 par M. Dupont, le savant directeur du Musée royal d'histoire naturelle, qui, seul, persiste absolument à ne pas reconnaître la fausseté de sa thèse d'un *gisement en vallée secondaire* IN SITU, creusée au sein d'un massif houiller.

M. *Mourlon* exprime l'idée, en présence du haut intérêt qu'offre la question de la nature du gisement des Iguanodons de Bernissart, de demander à M. *Dupont*, qui est membre et ancien président de notre Société, de bien vouloir exposer les raisons d'ordre scientifique qui l'engagent à persister si étonnamment dans l'opinion qu'il a émise naguère à ce sujet, opinion que plus personne n'admet aujourd'hui, alors que cependant le public, visitant le Musée d'histoire naturelle, est forcé de croire qu'elle est encore l'opinion de la science.

Quant au journal de M. *De Pauw*, c'est là évidemment une source de documents de la plus haute valeur. Son auteur veut bien le remettre au Bureau de l'assemblée, soit afin d'en extraire ce qui pourrait aider à élucider la question du gisement de Bernissart, soit pour en assurer la publication intégrale, avec les nombreuses planches et figures qui l'accompagnent. Avec l'assentiment général de l'assemblée, M. le Président charge MM. *Rutot*, *Van den Broeck* et *Willems* de l'examen de ce manuscrit (1).

La séance est levée à 10 h. 30.

(1) Afin d'éviter à M. De Pauw les inconvénients d'une publication tardive (motivée par les circonstances n'ayant pas permis d'imprimer en leur temps les dernières parties du tome XIII du *Bulletin*), l'auteur a été autorisé à retirer son travail qui,

SÉANCE MENSUELLE DU 17 OCTOBRE 1899.

Présidence de M. **M. Mourlon,** *président.*

Correspondance :

M. le *Secrétaire général* fait part à l'assemblée du décès de M. le Dr *Émile Schrevens.* (*Condoléances.*)

M. le *Secrétaire général* fait part à l'assemblée du décès de M. *Armand Steurs,* bourgmestre de Saint-Josse-ten-Noode, membre effectif de la Société.

M. Steurs succombe à une maladie cruelle qui l'accablait depuis longtemps, mais qui, jusqu'au dernier moment, ne l'a pas empêché de déployer une activité incessante au travail. Une de ses œuvres les plus importantes fut la création de la Compagnie intercommunale des eaux, dont il était le Président depuis 1892; c'est aussi en cette qualité que divers membres de la Société belge de Géologie ont pu apprécier toute l'aménité de sentiments dont notre collègue n'a cessé de faire preuve. Aussi M. Steurs emporte-t-il avec lui les regrets de tous ceux qui l'ont connu.

Comme bourgmestre de Saint-Josse, M. Steurs succéda à notre estimé confrère M. Gustave Jottrand, et là aussi il sut se montrer administrateur très intelligent en même temps qu'il témoignait à tous cette affabilité, cette sympathie qui l'avaient rendu si populaire. C'est

depuis (en 1902), a été édité par lui à Bruxelles, sous forme d'une notice in-8° de 25 pages, accompagnée de 6 planches et de 9 figures. Ce travail a paru sous le titre : *Notes sur les fouilles du Charbonnage de Bernissart. Découverte, solidification et montage des Iguanodons*, par F.-L. De Pauw.

Il a été suivi, à bref délai, d'une étude complémentaire, parue dans le tome IV de la 6e série des Mémoires et publications de la Société des Sciences, des Arts et des Lettres du Hainaut, sous le titre : *Contribution à l'étude de l'Iguanodon Bernissartensis. Essai de reconstitution de l'Iguanodon dans le milieu où il vivait*, par F.-L. De Pauw. Mons, 1902, broch. in-8°, 13 pages et 6 planches.

à lui que la commune de Saint-Josse-ten-Noode est redevable de la prospérité de ses finances; là aussi, il laissera d'unanimes regrets.

La Société belge de Géologie présente ses sincères condoléances à la famille.

Dons et envois reçus :

1° De la part des auteurs :

2857. ... *A Handbook to the Museum of Practical Geology, Jermyn Street, London, S. W.* Vol. in-8° de 166 pages. Londres, 1896.

2858. ... *Atti del primo congresso nazionale d'Idrologia e di Climatologia di Bologna 1888.* Vol. grand in-8° de 181 pages. Torino, 1889. (Don de M. Van den Broeck.)

2859. ... *Procès-verbaux des séances de la Commission spéciale instituée par la Société royale de médecine publique, rédigés par M. A. Rutot, suivis du Rapport de la Commission par Th. Verstraeten, et de la discussion sténographiée du Rapport.* Vol. in-8° de 110 pages. Bruxelles, 1888. (Don de M. Van den Broeck.)

2860. ... *Alphonse Briart, ingénieur et géologue, 1825-1898.* Vol. in-8° de 65 pages, 1 portrait et 2 planches. Morlanwelz, 1899.

2861. **Deru, Al.** *Guide médical aux eaux de Spa.* Extrait in-16 de 108 pages. Liége, 1884. (Achat.)

2862. **Foster, Michael.** *British Association for the Advancement of Science. Address by the President.* Brochure in-8° de 21 pages. Londres, 1899.

2863. **Frames, Minett E.** *On some stone Implements found in a Cave in Griqualand-East, Cape Colony.* Extrait in-4° de 4 pages, 1 planche. Londres, 1899.

2864. **Gardner, J. Starkie.** *Notes on the London Clay and its deposition.* Extrait in-8° de 7 pages. Londres.

2865. — *Description and correlation of the Bournemouth Beds. Part II. Lower or Freshwater Series.* Extrait in-8° de 15 pages. Londres, 1882. (2 exemplaires.)

2866. — *On the Gault Aporrhaïdae.* Extrait in-8° de 38 pages, 5 planches. Londres, 1875.

2867. — *On cretaceous Gasteropoda.* Extrait in-8° de 17 pages, 2 planches. Londres, 1876.

2868. — *British cretaceous Patellidae and other Patelloid Gastropoda.* Extrait in-8° de 15 pages, 3 planches. Londres, 1877.

2869. — *Suggestions for a revised Classification of the British Eocenes.* Extrait in-8° de 7 pages. Londres, 1882.

2870. — *On the Lower Eocene Section between Reculvers and Herne Bay, and on some Modifications in the Classification of the Lower London Tertiaries.* Extrait in-8° de 14 pages. Londres, 1883.

2871. — *British cretaceous Nuculidae.* Extrait in-8° de 26 pages, 3 planches. Londres, 1884.

2872. *The Lower-eocene plant-beds of the Basaltic formation of Ulster.* Extrait in-8° de 11 pages. Londres, 1885.

2873. — *The Tertiary Basaltic Formation in Iceland.* Extrait in-8° de 9 pages. Londres, 1885.

2874. — *Second Report on the Evidence of Fossil Plants regarding the Age of the Tertiary Basalts of the North-East Atlantic.* Extrait in-8° de 4 pages. Londres, 1885.

2875. — *Remarks on some fossil leaves from the Isle of Mull (Scotland).* Extrait in-8° de 3 pages. Londres, 1886.

2876. — *Report of the Committee (of the British Association for the Advancement of Science) consisting of Dr. H. Woodward, Mr. H. Keeping, and Mr. J. Starkie Gardner, appointed for the purpose of exploring the Higher Eocene Beds of the Isle of Wight.* Extrait in-8° de 10 pages, 3 planches. Londres, 1887.

2877. — *The Upper Eocene, comprising the Barton and Upper Bagshot Formations.* Extrait in-8° de 57 pages. Londres, 1888.

2878. — *Report of the Committee (British Association), consisting of Mr W. T. Blanford and Mr J. S. Gardner (Secretary), on the Fossil Plants of the Tertiary and Secondary Beds of the United Kingdom.* Extrait in-8° de 8 pages, 3 planches. Londres, 1885.

2879. **Goebel, Karl.** *Ueber Studium und Auffassung der Anpassungserscheinungen bei Pflanzen.* Extrait in-4° de 24 pages. Munich, 1898.

2880. **Haddon, A. C.** *The Study of Man (Notice bibliographique sur).* 2 pages in-8°. 1898.

2881. **Jones, E. Rupert.** *Bibliography of South-African Geology. Compiled by H. P. Saunders, Secretary to the Geological Commission,* in-8°, 56 pages, 1897 ; 1 page in-8°, 1898.

2882. — *The Great Glacial Moraine of Permian age in South Africa.* Extrait in-8° de 4 pages. Edinburgh, 1899.

2883. **Wiltshire, E.**, and **H. Woodward.** *The fossil Phyllopoda of the Palaeozoic Rocks.* Extrait in-8° de 4 pages. Toronto, 1897.

2884. **Jones, T. R., James W. Kirkby** and D[r] **John Young.** *On Carbonia: its Horizons and Conditions of Occurrence in Scotland, especially in Fife.* Extrait in-8° de 23 pages. Edinburgh, 1898.

2885. **Kennard, A. S.**, and **B. B. Woodward.** *British pliocene non-marine Mollusca.* Extrait in-8° de 18 pages. 1899.

2886. **Lang, O.** *Die Bildung der oolithischen Eisenerze Lothringens.* Extrait in-4° de 5 pages. Dusseldorf, 1899.

2887. **Leith, George.** *On the Caves, Shell-Mounds and Stone Implements of South Africa.* Extrait in-4° de 15 pages, 2 planches, Londres, 1899.

2888. **Lindemann, Ferdinand.** *Gedächtnissrede auf Philipp Ludwig von Seidel gehalten in der öffentlichen Sitzung der k. k. Akademie der Wissenschaften zu München, am 27. März 1897.* Extrait in-4° de 84 pages. München, 1898.

2889. **Meunier, St.** *La Géologie expérimentale.* Vol. in-8° de 311 pages, 56 figures. Paris, 1899.

2890. **von Mojsisovics, Éd.** *Allgemeiner Bericht und Chronik der im Jahre 1898 innerhalb des Beobachtungsgebietes erfolgten Erdbeben.* Extrait in-8° de 194 pages. Vienne, 1899.

2891. **Mourlon, M.** *Discours prononcé aux funérailles du docteur Jean Crocq.* Extrait in-8° de 4 pages. Bruxelles, 1898.

2892. — *Sur l'âge relatif des sables noirs à lignites du sous-sol de la Campine limbourgeoise.* Extrait in-8° de 4 pages. Bruxelles, 1898.

2893. — *Allocution prononcée à la séance du 6 mai 1899 de la Société royale malacologique à l'occasion de la mort de M. Gérard Vincent.* Extrait in-8° de 7 pages. Bruxelles, 1899.

2894. — *Sur la publication de nouveaux tomes des deux séries de la « Bibliographia geologica » et de la deuxième édition de la « Classification décimale » appliquée aux sciences géologiques.* Extrait in-8° de 7 pages. Bruxelles, 1899.

2895. — *Quelques mots au sujet des observations de M. le baron O. van Ertborn sur l'allure probable de l'argile rupelienne dans le sous-sol de la Campine limbourgeoise.* Extrait in-8° de 2 pages. Bruxelles, 1899.

2896. **Pellat, Éd.** *Quelques mots sur le terrain jurassique supérieur du Boulonnais.* Broch. grand in-8° de 10 pages. Avignon, 1899.

2897. **Prestwich, J.** (Mme). *Life and letters of Sir Joseph Prestwich.* Vol. in-8° de 444 pages, 24 planches. Londres, 1899.

2898. **Rutot, A.** *Sur l'âge des gisements de silex taillés découverts sur le territoire des communes de Haine-Saint-Pierre, Ressaix, Épinois, etc., canton de Binche, province du Hainaut (Belgique).* Extrait in-8° de 124 pages, 181 figures. Bruxelles, 1899.

2899. — *Projet de M. le professeur Lambert pour l'alimentation de la ville d'Anvers en eau potable. Rapport de la Société belge de géologie, de paléontologie et d'hydrologie.* Broch. in-8° de 28 pages. Bruxelles, 1899. (2 exemplaires.)

2900. **Scheuer, V.** *Traité des eaux de Spa.* Vol. in-16 de 328 pages. Bruxelles, 1881. (Achat.)

2901. — *Des nouvelles indications des eaux ferrugineuses des bains et de l'hydrothérapie à Spa, d'après l'expérience personnelle de l'auteur.* Broch. in-8° de 104 pages. Bruxelles, 1889. (Achat.)

2902. **Shadwell, A.** *The London Water-Supply.* Vol. in-12 de 268 pages. Londres, 1899. (Don de M. Kemna.)

2903. **Whitaker, William.** *Guide to the Geology of London, and the Neighbourhood.* Broch. in-8° de 90 pages. Londres, 1889.

2° Extraits des publications de la Société :

2904. **Cornet, J.** *A propos du récent tremblement de terre de la Belgique et du Nord de la France* (2 septembre 1896), 9 pages, 1896. (2 exemplaires.)

2905. — *Études sur la géologie du Congo occidental entre la côte et le confluent du Ruki.* 67 pages, 1 planche. 1897. (2 exemplaires.)

2906. **de Munck, E.** *Considérations au sujet du tremblement de terre du 2 septembre 1896.* 6 pages. 1896.

2907. **Poskin.** *Compte rendu du Congrès international d'hydrologie, de climatologie et de géologie de Clermont-Ferrand (4e session, septembre-octobre 1896).* 18 pages. 1896. (2 exemplaires.)

2908. **Rutot, A.** *A propos d'un travail de M. J. Worré sur la profondeur de pénétration de l'eau pluviale dans le sol.* 5 pages. 1896. (2 exemplaires.)

2909. **Van den Broeck, E.** *Comment faut-il nommer les Nummulites en tenant compte de leur dimorphisme? Appel aux biologistes, géologues et paléontologistes.* 13 pages. 1896. (2 exemplaires.)

2910. — *Exposé préliminaire d'un projet d'étude du sous-sol primaire de la moyenne et de la basse Belgique à l'aide des matériaux fournis par les puits artésiens.* 9 pages. 1896. (2 exemplaires.)

2911. — *Quelques considérations sur la perméabilité du sol, sur l'infiltration pluviale et sur la condensation souterraine des vapeurs d'eau, à propos des recherches et exposés de MM. Worré et Duclaux.* 16 pages. 1896.

2912. **Vanhove, D.** *Description cristallographique du quartz de Nil-Saint-Vincent.* 11 pages. 1899. (2 exemplaires.)

3° Périodiques nouveaux :

Tokio. — *Geological Survey of Japan.*

2913. — *Cartes géologiques* (avec texte).

2914. — *Cartes agronomiques* (avec texte).

2915. — *Cartes topographiques.*

Communications des membres :

M. Mourlon. — **Résultats scientifiques des sondages effectués le long du canal de Willebroeck et sur la rive gauche du Rupel pour la construction du canal et des installations maritimes de Bruxelles.**

L'auteur commence par rendre hommage à MM. De Schryver et Zone, les éminents directeurs de la Société qui entreprend ce gigantesque travail, et qui lui en ont confié l'étude géologique préliminaire à l'aide de nombreux sondages effectués par le Service géologique, sur les deux rives du canal de Willebroeck.

Il résume les résultats des sondages à l'aide d'une coupe à l'échelle au 20 000e, exposée en séance et dressée avec la collaboration de M. l'ingénieur Uhlenbroek.

M. Mourlon rappelle qu'une coupe identique a été publiée antérieurement par MM. Rutot et Van den Broeck, d'après des matériaux recueillis dans des conditions moins favorables, à une époque où le Service géologique n'était point encore organisé pour ce genre de travail (1).

Ces coupes ne se différencient guère sensiblement que par l'interprétation de quelques-uns des dépôts qui les composent, et notamment par l'existence des sables quaternaires flandriens (*q4*) avec lentilles limoneuses (*q4l*) qui, d'après M. Mourlon, occupent une partie de

(1) *Bull. de la Soc. belge de Géol., de Paléontol. et d'Hydrol.*, t. VI (1892), pp. 53-66.

l'espace compris entre Pont-Brûlé et le Rupel et que MM. Rutot et Van den Broeck caractérisent sous la dénomination de « Nappe quaternaire antérieure aux alluvions de la Senne ».

L'auteur ajoute encore qu'il a pu préciser que les dépôts tertiaires rapportés à l'étage yprésien appartiennent exclusivement à la partie supérieure de cet étage (*Yd*) et que les couches, parfois assez épaisses, d'argile rencontrées par les sondages ne représentent nullement l'argile foncée de l'Yprésien inférieur (*Yc*), mais bien des lentilles d'argile gris verdâtre, et parfois aussi assez foncée, dans le sable très fin de l'Yprésien supérieur (*Yd*).

A. Rutot. — **Signification des graviers quaternaires. — Leur indépendance des dépôts auxquels ils semblent servir de base; nouvelles coupes de Quaternaire aux environs de Charleroi.**

M. Rutot a eu l'occasion d'étudier de nombreuses coupes de terrain quaternaire, notamment dans la vallée de la Sambre, entre Landelies et Tamines.

A la gare d'Aiseau existe notamment une coupe des plus importantes, offrant une magnifique superposition du limon hesbayen au Moséen.

De nombreux silex utilisés ont été recueillis dans le cailloutis inférieur du Moséen, ainsi que dans le cailloutis supérieur; ces trouvailles confirment absolument celles faites précédemment dans d'autres vallées.

De l'ensemble des faits, M. Rutot tire diverses conclusions, dont les principales sont l'indépendance des cailloutis d'avec les couches entre lesquelles ils sont compris.

M. *Van den Broeck* fait remarquer que le principe de cette indépendance avait déjà été mis nettement en lumière par *J. Prestwich* dans son étude schématique sur la formation des vallées. Les vues de l'illustre géologue anglais peuvent être combattues en ce qui concerne divers points de son exposé, que M. Van den Broeck n'entend nullement défendre dans son ensemble, mais il est juste et équitable de tenir compte à l'auteur anglais de la priorité d'une intéressante conclusion qui se trouve actuellement vérifiée par l'exposé que vient de faire M. Rutot.

M. *Van den Broeck* donne connaissance à l'assemblée de l'appel

qu'il vient d'adresser aux rhizopodistes (1) dans le but d'aboutir à la résolution d'une intéressante question de *Nomenclature* appliquée aux Nummulites et aux Foraminifères.

A cette fin, il rappelle que l'une de ses dernières publications sur la matière, intitulée : *Comment faut-il nommer les Nummulites?* et faisant suite à son étude sur le *Dimorphisme des Foraminifères*, contient un REFERENDUM, sous forme d'un appel adressé aux spécialistes dans le but de répondre à la question ci-dessus rappelée. Il lui serait particulièrement agréable qu'on lui fît l'honneur de répondre à ce referendum et que chacun de ses confrères intéressés voulût bien lui donner son avis sur la question posée, et en même temps lui fît savoir s'il est autorisé à publier, en leur nom, lorsqu'il fera connaître publiquement les résultats de ce questionnaire, l'extrait ou le résumé des considérations qui accompagneront leur réponse. Des exemplaires de la brochure et de la circulaire spéciale qui l'accompagne sont à la disposition de tous ceux qui prennent quelque intérêt au problème.

M. *P. Van Ysendyck* expose ensuite sommairement le compte rendu de la session annuelle extraordinaire de la Société en Angleterre, travail dont l'assemblée décide l'impression dans les *Mémoires*.

M. *Rutot* expose enfin le programme des excursions organisées pour les 22 et 29 octobre en vue de l'étude des terrains quaternaires, avec niveaux de silex travaillés par l'homme paléolithique, à Aiseau, à Jambe-de-Bois, à Landelies, Leval et Ressaix.

La séance est levée à 10 h. 40.

(1) Voir le nº 2909 des *dons et envois reçus* déposés à la présente séance.

SÉANCE MENSUELLE DU 21 NOVEMBRE 1899.

Présidence de M. **Mourlon**, *Président.*

La séance est ouverte à 8 h. 40.

En ouvrant la séance, M. *Mourlon* dit qu'il tient à rendre un éclatant hommage à nos hardis compatriotes de l'Expédition antarctique, qu'il n'hésite pas à qualifier de héros.

MM. *de Gerlache* et *Lecointe*, et leurs courageux collaborateurs : *Arctowski*, *Racovitza* et *Dobrowolski*, ont bien mérité de la science, dit-il, et l'on ne sait vraiment ce qu'il faut le plus admirer, du courage, de l'énergie et du mépris de la mort qu'ils n'ont cessé de témoigner pour aller planter le drapeau belge au bout du monde, ou de la persévérance et de l'habileté qu'a déployées leur chef pour obtenir les ressources nécessaires à l'accomplissement de leur expédition dans des régions lointaines encore inexplorées.

M. le *Président* fait connaître que notre collègue M. *Arctowski* vient, de même que ses compagnons, d'être nommé Chevalier de l'Ordre de Léopold. (*Applaudissements.*)

Correspondance :

M. le Dr *Jacques* fait savoir qu'ensuite des votes émis à l'assemblée générale de la Fédération archéologique et historique de Belgique, tenue à Arlon en août dernier et en vue de fixer le lieu de réunion du prochain Congrès de la Fédération, une réunion des délégués des sociétés fédérées aura lieu en décembre prochain à Bruxelles. Il est nécessaire que la Société nomme un délégué muni de pleins pouvoirs ainsi qu'un délégué suppléant pour la représenter à cette réunion.

L'assemblée désigne à cette fin MM. *Rutot* et *De Munck.*

Dons et envois reçus :

1° De la part des auteurs :

2916. **Cossmann, M.** *Sur quelques formes nouvelles ou peu connues des faluns du Bordelais.* Extrait in-8° de 11 pages, 1 planche. Caen, 1894.

2917. — *Idem* (suite). Extrait in-8° de 23 pages, 2 planches. Bordeaux, 1895.

2918. — *Observations sur quelques coquilles crétaciques recueillies en France.* Extrait in-8° de 27 pages, 2 planches, Carthage, 1896.

2919. — *Mollusques éocéniques de la Loire-Inférieure.* Fascicule I. Extrait in-8° de 39 pages, 3 planches. Nantes, 1895.

2920. — *Idem.* Fascicule II, 66 pages, 6 planches, 1896.

2921. — *Idem.* Fascicule III, 116 pages, 10 planches, 1897.

2922. — *Revue de Paléoconchologie.* Extrait in-8° de 8 pages. Rennes, 1897.

2923. — *The Gasteropods of the Older Tertiary of Australia. Les Opisthobranches.* Extrait in-8° de 21 pages, 2 planches. South Australia, 1897.

2924. — *Estudio de algunos moluscos eocenos del Pirineo Catalan.* Extrait in-8° de 32 pages, 5 planches. Madrid, 1898.

2925. — *Observations sur quelques espèces crétaciques recueillies en France.* Extrait in-8° de 8 pages, 1 planche. Nantes, 1891.

2926. — *Description de quelques coquilles de la formation Santacruzienne en Patagonie.* Extrait in-8° de 21 pages, 2 planches. Paris, 1899.

2927. — *Sur la découverte d'un gisement palustre à Palunides dans le terrain bathonien de l'Indre.* Extrait in-8° de 8 pages. Paris, 1899.

2928. **Gardner, Starkie, J.** *Description and correlation of the Bournemouth Beds. Part. II, Lower or Freshwater Series.* Extrait in-8° de 15 pages. London, 1882.

2929 **Issel, A.** *Considerazioni supplementari intorne al Terremoto umbro-Marchigiano del 18 décembre 1897.* Extrait in-8° de 15 pages. Modena, 1899.

2930. **Karpinsky.** *Ueber die Reste von Edestiden und die neue Gattung Helicoprion* Extrait in-8° de 111 pages et 1 atlas in-4° de 4 planches. Saint-Pétersbourg, 1899.

2931. **Tutkowski, P.** *Die Aufeinanderfolge der fossilen Mikrofaunen Süd-Russlands.* Extrait in-4° de 3 pages. Saint-Pétersbourg, 1898.

2° Tirés des Publications de la Société :

2932. **Sacco, F.** *Note sur l'origine des Paleodictyon.* 12 pages, 1 planche. (2 exemplaires), 1899.

Communications des membres :

Ad. Kemna. — Travaux américains récents sur la biologie des eaux potables.

Asterionella. — Une étude de biologie hydrologique (1).

(Voir planche B.)

Je ne sais plus quel philosophe a dit que l'homme était plus sensible au mal qui lui arrive qu'au bien dont il jouit. Quand tout va selon nos désirs, nous trouvons cela très naturel; c'est là l'état normal. Voilà pourquoi les dures leçons de l'expérience sont les plus efficaces... pendant quelque temps.

Les distributions d'eau n'échappent pas à la règle commune; surtout quand elles sont dirigées par des municipalités, il faut des difficultés majeures pour amener un progrès. Hambourg doit au terrible choléra de 1892 un laboratoire spécial pour les eaux, non seulement pour la chimie et la bactériologie, mais aussi pour la biologie. A Brooklyn (New-York), la leçon a été moins rude; mais quand pendant plusieurs mois par an et chaque année, l'eau a un mauvais goût des plus prononcés, les réclamations deviennent si pressantes que l'administration finit par reconnaître « qu'il y a lieu d'aviser ».

On a nommé une commission. Heureusement, celle-ci a chargé un chimiste compétent d'étudier les faits. Le prof^r A. R. Leeds, du *Stevens Institute of Technology*, à Hoboken, a reconnu que la question était plutôt d'ordre biologique. Le bureau d'hygiène est intervenu de son côté avec le Dr Hibbert Hill et M. J. W. Ellms. Enfin le *Water Supply Department* a pris son courage à deux mains et a nommé M. George C. Whipple directeur d'un laboratoire spécial à Mount Prospect, avec les assistants et les installations nécessaires. La première commission datait de 1896; le laboratoire fonctionnait en juillet 1897; il n'a pas été perdu de temps et l'on peut, par cette rapidité, juger de l'intensité du mauvais goût de l'eau.

M. le directeur Whipple, en collaboration avec M. D. D. Jackson, chimiste, vient de publier un travail sur une diatomée : *Asterionella.*

(1) *Journal of the New England Water Works Association*, vol. XIV, n° 1, sept. 1899.

On sait que les Diatomées sont des plantes unicellulaires sécrétant une carapace siliceuse formée de deux moitiés ou valves, se joignant comme une boîte de carton avec son couvercle. C'est une plante flottante. Or, comme le protoplasme est plus lourd que l'eau, et la silice beaucoup plus lourde, il faut des dispositifs spéciaux pour abaisser la densité jusqu'à permettre la flottaison; la cellule végétale est farcie de globules huileux; malheureusement cette huile est une huile essentielle; à faible dose, elle a une odeur simplement aromatique; un peu plus forte, elle rappelle le géranium; et encore plus forte, c'est un relent de poisson.

On a d'abord commencé par dénombrer la quantité d'*Asterionella* présentes dans l'eau. Les chiffres sont à peine croyables; 1 000 individus par centimètre cube est très normal; parfois on en trouve jusque 50 000. Seulement, comme chaque individu ne pèse que $^1/_5$ de millionième de milligramme, le poids total des 50 000 *Asterionella* ne revient qu'à $0^{mgr},018$.

Une fois en possession de ces données analytiques, on a essayé de les mettre en rapport avec l'intensité de l'odeur. On a également procédé par expérimentation directe, en diluant avec de l'eau distillée inodore, une eau fortement chargée (46 000 par centimètre cube). On a trouvé ainsi que

de	0	à	1 000	l'odeur est	nulle
de	500	à	3 000	»	très faible
de	1 000	à	5 000	»	faible
de	3 000	à	15 000	»	distincte
de	10 000	à	—	»	« decided ».

Une idée assez singulière et qui, à première vue, ne semble pas pouvoir donner de résultat pratique, est de faire une analyse chimique complète d'*Asterionella*. Berthelot raconte avec satisfaction comment il a réussi à se procurer un échantillon d'un bronze égyptien unique, que le conservateur du musée se refusait à laisser entamer n'importe comment. Berthelot invita le conservateur à dîner et obtint d'avoir en main pendant quelques minutes le précieux bronze; pendant qu'un assistant entamait une conversation animée avec le conservateur, le maître de la maison frottait l'objet contre une minuscule lime cachée dans sa manche et recueillait quelques parcelles infimes sur une assiette, qu'un domestique enlevait aussitôt. Ce qu'il faut admirer, ce n'est pas la louable mauvaise foi de l'homme de science vis-à-vis d'un archéologue, — ce n'est ni la lime dissimulée dans la manche, — ni l'assistant retenant son envie de rire, — c'est l'habileté du chimiste faisant

une analyse quantitative avec presque rien. Mais avec tout son talent, Berthelot aurait trouvé qu'une *Asterionella* c'est réellement trop peu, et M. Whipple a été du même avis. On a profité du moment où l'eau d'un des réservoirs était pour ainsi dire une culture pure, pour séparer, par filtration à travers de la gaze de soie, les organismes en quantité suffisante. Ils forment une masse gélatineuse brunâtre, passant au vert clair quand on la chauffe (*); elle répandait une forte odeur, qui se sentait dans tout le local.

Le carbone, l'hydrogène et l'oxygène ont été dosés par combustion organique; l'azote, par le procédé de Kjeldahl; les autres éléments par les méthodes ordinaires. Voici les résultats de l'analyse :

Carbone	18.78	
Hydrogène	4.20	
Azote	2.20	
Soufre	0.61	
Oxygène	16.69	
Quantité de matière organique		42.48
Anhydride silicique (SiO_2)	49.48	
Oxyde ferrique (Fe_2O_3)	2.32	
Chaux (CaO)	1.45	
Magnésie (MgO)	1.26	
Potasse (K_2O)	1.22	
Oxyde manganique (Mn_2O_3)	0.84	
Phosphate (P_2O_5)	0.67	
Sulfate (SO_3)	0.38	
Quantité de matière inorganique		57.52 (**)
		100.00

Nous connaissons maintenant le poids d'une *Asterionella* et sa composition centésimale chimique; nous pouvons donc exprimer en grammes ce qu'il y a de chacun de ces éléments dans 1 litre d'eau contenant par exemple 10 000 individus par centimètre cube. Or, toutes ces substances ont été prises par l'organisme dans les matières dissoutes dans l'eau; il suffit que l'une d'elles manque dans une eau pour rendre impossible le développement d'*Asterionella*, et dans chaque cas, ce

(*) J'ai également remarqué que quand on chauffe des plantes unicellulaires pour faire une préparation microscopique, la couleur de la chlorophylle se conserve et les diatomées deviennent d'un beau vert, comme si la couleur brune (diatomine) était détruite. Je ne sache pas que ce fait ait déjà été signalé.

(**) Le total devrait être 57.62; il y a donc quelque part une erreur de chiffre dans la brochure originale.

développement sera limité par l'élément chimique indispensable, présent en plus petite quantité. Partant de ces prémisses, la comparaison de diverses eaux devient intéressante. A Boston, il y a 3 milligrammes de silice au litre ; il pourrait donc se former 17 000 *Asterionella* par centimètre cube; à Brooklyn, il y en a 7 $^1/_2$, ce qui suffirait pour 41 000 diatomées, chiffre réellement atteint. Pour un autre élément, le manganèse, il a été trouvé dans plusieurs des eaux où l'on a eu des difficultés de même genre.

En réalité, la question est plus compliquée, pour deux raisons. D'abord, le fait qu'un élément chimique se trouve dans un être ne prouve pas nécessairement que cet élément lui est indispensable. Cette question est à résoudre par une série d'expériences avec des liquides de culture de composition variée. En second lieu, la simple constatation d'un élément chimique dans une eau ne signifie pas qu'il puisse être utilisé par la plante; il faut qu'il soit présent sous forme d'une combinaison assimilable. Sous tous ces rapports, les recherches faites jusqu'ici n'ont été pour ainsi dire que préliminaires, et un vaste champ reste ouvert à l'activité scientifique du chimiste biologiste.

Pour revenir au cas spécial de Brooklyn, il y a des faits curieux au sujet de l'époque à laquelle *Asterionella* a commencé à donner des difficultés sérieuses, ainsi que pour les apparitions saisonnières. La distribution est alimentée par des étangs prenant les eaux superficielles et par des puits, dont quelques-uns vont à 200 pieds; l'eau est pompée dans des réservoirs de décantation, d'où elle est ensuite distribuée en ville. Appliquez maintenant les principes généraux d'hygiène, vous demanderez qu'on prenne le plus possible des puits et le moins possible des étangs, et qu'on donne une longue décantation. Jusqu'en 1883, on ne prenait que des étangs, puis on a de plus en plus pompé des puits, et quand la proportion d'eau du sous-sol a atteint 40 %, *Asterionella* s'est mise à pulluler. D'ordinaire, les eaux du sous-sol contiennent beaucoup plus de silice que les eaux superficielles et sont donc plus favorables au développement.

De même pour la décantation, il a été constaté que l'eau à l'entrée du réservoir était bonne et que l'eau de la sortie était mauvaise, avec beaucoup d'organismes. Une des premières choses que le laboratoire a fait changer, c'est l'arrangement des tuyaux, de façon à permettre de distribuer l'eau foulée directement, sans passer par les réservoirs. Voilà deux exemples typiques où l'hygiène théorique semble en défaut. C'est que dans les questions pratiques, il y a un grand nombre de facteurs qui déterminent le résultat final, et ces nombreux facteurs varient

constamment leur influence proportionnelle, mettant en évidence tantôt l'un, tantôt l'autre. L'application simpliste de règles générales amène infailliblement tôt ou tard des difficultés.

Pour les apparitions saisonnières, il est démontré que les maxima se produisent au printemps et en automne; mais cette règle n'est pas absolue; c'est ainsi que pour l'un des réservoirs de Brooklyn, d'octobre 1897 à mars 1898, *Asterionella* a toujours dépassé 5 000 par centimètre cube et même généralement 15 000.

Les maxima au commencement et à la fin de la bonne saison s'expliquent tout simplement par les mouvements de convection dans les lacs. Pour fixer les idées, le 7 juillet 1898, dans un des réservoirs de Brooklyn, la répartition de la température montre à la surface 24°,9 C. et à 12 pieds (4 mètres) 24° C.; puis dans l'espace de 1 pied, soit 30 centimètres, il y a une chute brusque de 3°,7 C. et ensuite une diminution régulière jusqu'au fond, de 20 pieds. Cela signifie qu'au-dessus de 12 pieds, l'eau est en mouvement par le vent, les variations diurnes de la température, etc.; mais en dessous de 12 pieds, l'eau est stagnante et arrangée par ordre de température décroissante, c'est-à-dire par ordre de densité.

L'analyse chimique vient corroborer ces conclusions; les déterminations de l'oxygène dissous faites de 5 en 5 pieds montrent pour la surface et les profondeurs de 5 et 10 pieds la saturation de l'eau; à 15 pieds, il n'y a plus que 67 % et à 19 pieds seulement 24 %. Une grande partie de l'oxygène a été enlevée par la boue du fond, qui renferme 26 % de matières organiques.

Ceci connu, que va-t-il se passer quand la température baisse? Aussitôt que l'eau au-dessus des 12 pieds sera devenue plus froide et plus dense que l'eau au-dessous, il va y avoir un renversement complet, l'eau du fond viendra à la surface, avec toutes les matières organiques et minérales dont elle s'est chargée pendant les mois qu'elle a pour ainsi dire macéré la boue; il y a donc brusquement un apport de substances nutritives. Des phénomènes analogues se produisent au printemps, par suite du maximum de densité de l'eau à 4 centimètres.

Mais ce ne seraient pas seulement des substances nutritives qui seraient ainsi distribuées dans toute la masse de l'eau par ces courants de convection, ce seraient aussi des spores d'*Asterionella*. Et ceci nous amène à parler de la partie botanique du travail.

La question de détermination a une grande importance pratique, car il s'agit en premier lieu de savoir exactement à quoi l'on a affaire; seulement, c'est une question d'étroite spécialité. Les auteurs ont soi-

gneusement comparé des *Asterionella* de toute provenance et concluent que c'est toujours *A. formosa* var. *gracillima,* mais avec une large marge de variabilité.

Quant à la sporulation, ceci est une question des plus controversées ; en réponse à des réserves formulées par M. Sedgwick lors de la discussion de leur communication à l'Assemblée des ingénieurs hydrologues en Amérique, les auteurs se défendent d'avoir fait cette découverte les premiers et citent plusieurs observations antérieures; ils disent uniquement que des corpuscules considérés comme spores chez certaines diatomées par plusieurs savants, se retrouvent chez *Asterionella.* Dans le dépôt formé par de vieilles cultures, parmi les boîtes vides, on en trouve où il y a huit petits corps mobiles, généralement par paires; d'autres fois, il n'y a que quatre masses plus allongées; on n'a pu voir que des traces vagues de cils moteurs, et le développement de ces spores, qui ont aussi été rencontrés hors des valves, n'a pas pu être suivi.

Ainsi que nous l'avons dit, le laboratoire de Mount Prospect a déjà fait changer les installations de la distribution d'eau de Brooklyn, de façon à pouvoir éviter la stagnation dans les réservoirs de décantation. Les considérations sur le rôle des courants de convection pour amener des substances nutritives dans les couches supérieures, où, grâce à la lumière, les plantes peuvent en profiter, ces considérations ont démontré l'utilité d'un nettoyage, utilité qui n'était nullement apparente au point de vue ingénieur. Comme à Brooklyn, on a dans une certaine mesure le moyen de prendre des eaux de la surface ou du sous-sol, et dès que ces eaux se montrent différentes pour la pullulation des organismes, le biologiste peut intervenir utilement pour régler le pompage proportionnel des diverses installations. C'est lui également qui pourra dire quand il faudra emmagasiner et quand il faudra au contraire alimenter directement. Ce qui revient en somme à lui donner la haute direction du travail. C'est peut-être là un inconvénient, car les ingénieurs qui ont été, dans le courant du siècle actuel, les vrais maîtres de toutes ces entreprises, ne sont souvent pas très empressés à se dessaisir d'une partie de leur autorité, et des exemples nombreux sont là pour leur montrer que quand on laisse entrer la science, même par la petite porte, elle ne tarde pas à s'imposer en maître. Mais c'est là l'inéluctable : on ne conçoit pas la science occupant à titre permanent une position subalterne.

M. *Ad. Kemna* présente ensuite l'analyse ci-après.

G. C. Whipple. — **The microscopy of drinking-water.** (New York, John Weley and Sons; London, Chapman and Hall; 1899.)

Les eaux douces superficielles renferment une faune et une flore très variées. Dans les fleuves ou rivières et dans les lacs, les étangs, les mares, il y a des animaux et des plantes de taille relativement considérable, qui se sont imposés à l'attention paresseuse du vulgaire; mais les êtres de dimension plus réduite n'ont commencé à être étudiés que depuis l'invention du microscope. Leur rôle est des plus importants, car les plantes microscopiques servent de nourriture à des animaux microscopiques, qui sont à leur tour mangés par des carnassiers de plus en plus grands, lesquels naturellement ne pourraient pas exister sans les premiers.

Dans les eaux filtrées naturellement ou artificiellement, la presque totalité de ces organismes est retenue; il ne passe que quelques microbes. La plupart des distributions d'eau sont donc un désert, où le naturaliste ne trouve plus rien à glaner. Mais quand l'alimentation se fait par des eaux superficielles, le zoologue et le botaniste reprennent leurs droits.

L'étude biologique des eaux d'alimentation a pourtant été très négligée. En Europe, il n'y a encore que quelques rares travaux; ils sont beaucoup plus nombreux en Amérique. Il y a à cela deux causes, l'une qui est à l'honneur de nos confrères d'outre-Atlantique, l'autre qui n'est pas à leur honneur. La culture scientifique des ingénieurs, en Amérique, est plus complète que partout ailleurs, et les savants, chimistes, bactériologistes et hygiénistes, ne se cantonnent pas dans la théorie, mais prennent en considération les nécessités et les possibilités pratiques. Mais dans la plupart des villes, la consommation d'eau est énorme par suite d'abus ou de gaspillage; la plupart de ces services sont municipalisés et, par conséquent, sous la coupe des politiciens. Filtrer ces énormes quantités d'eau coûterait trop cher; on fournit donc tel quel. La mortalité par fièvre typhoïde est très élevée dans la plupart des villes américaines. Avec 1 litre d'eau prise au robinet, on a de quoi « microscoper » pendant une semaine.

Tous ces travaux, publiés comme communications par leurs auteurs, sont épars dans les revues scientifiques. Le livre de Whipple les réunit et les condense en un exposé didactique. C'est un ouvrage de botanique

et de zoologie, non de ces sciences pures, mais toujours strictement d'application aux distributions d'eau. Il suffit de citer les en-têtes de quelques chapitres pour faire ressortir ce caractère pratique : But et méthodes de l'examen microscopique; Organismes dans des eaux de différente nature (pluie, sources, rivières, etc.); Variations saisonnières; Distribution horizontale et verticale; Production d'odeurs; Stagnation de diverses eaux; Organismes des tuyaux, etc.

Toutes ces questions sont intéressantes par elles-mêmes; elles ont en outre l'attrait de la nouveauté et une portée pratique parfois considérable. L'auteur serait bien malhabile ou bien malheureux si, avec un pareil matériel, il ne produisait pas un ouvrage intéressant; mais, enfin, on a vu des écrivains gâter un sujet. M. Whipple n'est pas maladroit. L'étude de son mémoire sur *Asterionella* nous a démontré comment il sait manier une question. Elle donne une bonne idée de ce qu'est tout le livre.

Il y a toutefois une correction à faire. Dans le mémoire analysé, cité ci-dessus, les auteurs ont fouillé les détails, déterminé, par exemple, non seulement l'espèce, mais même la variété. Le cadre de l'ouvrage est beaucoup plus réduit, les diagnoses s'arrêtent aux genres. C'est bien insuffisant au point de vue taxonomique et pour le zoologiste de profession. Mais ce n'est pas au zoologiste ou au botaniste que l'ouvrage est destiné, c'est au directeur des eaux, ingénieur ou chimiste, qui se perdrait infailliblement dans le dédale des distinctions spécifiques. Il n'est pas mauvais de savoir si l'on a affaire à *Asterionella formosa* var. *gracillima*, mais cela n'est pas absolument indispensable; ce serait déjà beaucoup si l'ingénieur pouvait distinguer *Asterionella*, *Anabaena*, *Aphanizomenon*, ce qui ne lui sera pas difficile avec un modeste microscope, avec les descriptions sommaires et les figures claires de Whipple et avec un peu de bonne volonté. J'ai un jour entendu proposer de couvrir des réservoirs pour empêcher la « végétation » et la « mousse » sur les parois, parce que la lumière favorise la végétation; or il s'agissait d'animaux fixés, et avec le livre de M. Whipple, un contremaître un peu intelligent aurait appris qu'il s'agissait de la classe des Bryozoaires et du genre *Plumatella*, qui préfère l'obscurité; le remède, outre son coût élevé, aurait empiré le mal. Ces exemples, qu'il serait facile de multiplier, démontrent l'utilité qu'il y aurait, pour tous ceux qui ont à travailler avec des eaux superficielles, à consulter fréquemment l'ouvrage sommaire et pratique du biologiste des eaux de Brooklyn.

Sous le titre ci-dessous, M. *W. Lucas* fait une intéressante causerie dont il a envoyé le résumé suivant pour le procès-verbal de la séance :

W. Lucas. — **Comment s'explore le sol d'une forêt vierge (île Obi : Moluques).**

Une partie des îles formant l'Extrême-Orient des Indes orientales néerlandaises (îles Moluques) sont peu peuplées, d'autres ne le sont pas du tout ou n'ont que quelques villages (Kampongs) situés à la côte. Il en est ainsi de l'île d' « Obi Major ». Elle a cinq ou six villages ayant de 10 à 100 habitants, situés tous à l'embouchure de rivières; l'île a une superficie d'environ 3 500 kilomètres carrés.

Toutes ces îles sont bordées de récifs de coraux. Elles ne forment à vrai dire que de grandes forêts vierges se terminant généralement par des palétuviers s'avançant de 40 à 50 mètres et plus dans la mer à marée haute.

L'île d'Obi Major forme une succession de montagnes s'élevant à mesure qu'on avance vers l'intérieur et dont la plus haute a environ 1 300 mètres.

En arrivant, la première chose à faire, pour le prospecteur, est de former une station, point de départ pour toutes les opérations à venir. On défriche donc un petit espace pour pouvoir mettre une ou plusieurs tentes servant d'abri à l'Européen, aux vivres et aux marchandises qu'il a avec lui.

Les indigènes se forment de petits abris avec des branches d'arbres et de larges feuilles (il y en a de $1^{m},50 \times 0^{m},80$, tout d'une pièce); on fait de ces feuilles rapidement de bonnes toitures qui résistent plusieurs jours sans qu'on doive les renouveler.

Une fois cette installation primitive faite, on construit un ou plusieurs hangars (toujours au moyen de troncs d'arbres, branches et feuilles), suffisamment vastes et solides pour pouvoir durer le temps probable de l'exploration et donner un confort relatif. On érigera également une station d'observations climatologiques, qui sera surtout de grande utilité si l'on peut y laisser quelqu'un faisant les observations régulièrement tous les jours, car celles-ci serviront de comparaison aux observations prises en cours de route.

C'est de cette station qu'on enverra à l'avance vivres, outils, etc., aux endroits où l'on voudra se rendre.

En forêt, trop dense pour que les rayons de soleil puissent passer,

le sol est toujours humide, couvert d'une couche d'humus plus ou moins épaisse, mousse, débris d'arbres morts, etc. Par contre, si l'on déboise immédiatement, le sol est couvert de hautes herbes (Alang-Alang) atteignant 3 mètres et plus.

La roche est couverte d'un chapeau de terre plus ou moins épais, et lorsque, par exception, on trouve des affleurements, cette roche est la plupart du temps complètement altérée.

Ce n'est donc pas en parcourant la forêt que nous aurons des données concernant le terrain, surtout au point de vue minerais; nous ne pouvons pratiquement les trouver que dans les lits des ruisseaux et rivières (sables et cailloux roulés) et sur les rives (roche nue en affleurement).

Les seules voies de communication vers l'intérieur sont les rivières, toutes torrents de montagnes; elles sont navigables pour de petites pirogues indigènes (pouvant contenir trois à quatre hommes et ayant un tirant d'eau de 20 centimètres environ) jusqu'à une distance de 1 à 40 kilomètres de la côte (distances calculées non en ligne droite, mais en suivant les nombreuses sinuosités de ces rivières).

L'exploration d'Obi Major s'étant faite sans connaissance préalable de l'île et sans aucune indication, il fallait donc voir d'abord s'il y avait une formation géologique pouvant justifier les recherches qu'on se proposait d'entreprendre.

A cet effet, il fallait faire le tour de l'île en bateau afin d'en avoir un aperçu général, ensuite remonter les cours d'eau plus ou moins loin, suivant la nature du terrain. C'est en remontant la quatrième rivière que je trouvai mon champ d'action.

Dès que la rivière n'est plus navigable, il faut la parcourir à pied. Tantôt elle est profonde de 10 à 20 centimètres seulement et a un lit régulier, tantôt on y rencontre de gros blocs de pierre laissant entre eux des profondeurs de plusieurs mètres et toujours un violent courant. Ces profondeurs sont contournées quand on le peut, sinon il faut les passer soit à la nage, soit en s'entr'aidant au moyen de branches d'arbres et de lianes. Comme les rives sont souvent très escarpées, même verticales et parfois hautes de 20 mètres et plus, et qu'il n'est pas rare de rencontrer cinq ou six de ces profondeurs en une heure, on peut se faire une idée des difficultés qu'offre une marche en rivière. Il m'est arrivé d'évaluer à 4 kilomètres seulement la distance parcourue en huit heures.

Il faut encore ajouter à cela que l'île d'Obi Major se trouvant près

de l'équateur, il n'y a pas de saison de pluies, c'est-à-dire il peut y pleuvoir tous les jours pendant toute l'année. Or, après une pluie, en amont, ces rivières, très limpides, se transforment immédiatement en violents torrents boueux, et il n'est pas rare de voir le niveau de l'eau s'élever de plus de 2 mètres en quelques heures. Après une pluie, la rivière est impraticable pour plusieurs heures, parfois même plusieurs jours.

Vu la rapidité avec laquelle le niveau de l'eau peut monter, il faut choisir les lieux de campement avec beaucoup d'attention.

Quant à l'exploration au point de vue minéralogique, le terrain une fois trouvé, elle consiste dans l'examen attentif des roches, à prendre leur direction et éventuellement celle des filons, à s'occuper de la prise convenable d'échantillons, examen à la loupe, essais à l'aimant et par quelques réactifs pour analyse par voie sèche.

C'est là tout ce qu'une exploration provisoire comporte sur le terrain; suivent alors les travaux de laboratoire, qui indiqueront s'il y a lieu de continuer l'exploration.

Quant à l'outillage pour une prospection, il convient d'emporter :

Plusieurs marteaux, petits et gros;
Plusieurs pioches et pelles;
Un aimant;
Une lampe;
Plusieurs montres (celles-ci se détériorant vite dans ces pays);
Une boussole;
Un clinomètre;
Un compte-pas;
Un baromètre anéroïde altimétrique;
Un thermomètre à maxima et à minima;
Un psychromètre;
Plusieurs thermomètres de poche;
Un pluviomètre.

Il est à recommander de prendre ces objets au moins en double pour ne pas tomber au dépourvu par suite de perte, bris, etc.

Une petite sonde allant à 5 ou 6 mètres de profondeur rendra souvent de grands services ainsi que le nécessaire pour faire quelques essais par voie sèche.

Si l'on prend des explosifs, choisir ceux ne craignant pas l'eau et offrant le moins de danger pour le transport.

A la suite de sa communication, M. W. Lucas exhibe une série d'objets d'ethnographie et d'histoire naturelle, etc., recueillis par lui pendant son dernier voyage aux Indes orientales et fournit quelques explications complémentaires à leur sujet.

M. *Van den Broeck* émet le vœu qu'en présence des choses si intéressantes rapportées par M. *Lucas*, celui-ci voudra bien, dans une séance ultérieure, exposer plus en détail les observations diverses qu'il a faites au cours de son voyage aux Moluques.

M. A. Rutot présente un mémoire **sur les relations existant entre les cailloutis quaternaires et les couches qui les renferment.**

L'auteur est d'avis que les cailloutis qui paraissent constituer la base des couches quaternaires d'eau douce n'ont aucun rapport avec ces couches; ils en sont généralement nettement disjoints par toute une période tranquille, pendant laquelle les dépôts ont été très localisés et correspondant à une occupation humaine plus ou moins longue.

En revanche, les cailloutis qui surmontent les couches d'eau douce quaternaires doivent être considérés comme appartenant à ces couches.

Le travail de M. *Rutot* paraîtra dans les *Mémoires.*

M. *A. Rutot* annonce qu'à la suite de la comparaison qu'il a faite entre les dépôts quaternaires de la Belgique et les données fournies par les géologues étrangers qui ont le mieux étudié les phénomènes glaciaires de l'Europe centrale, il a pu remarquer de nombreuses corrélations qui permettront d'établir, à bref délai, des synchronismes sérieux.

Il semble, dès maintenant, que le Moséen belge doive correspondre au premier Glaciaire et à une grande partie de l'Interglaciaire, si pas à la totalité; que le Campinien correspond au deuxième Glaciaire et que le Hesbayen, par sa crue énorme, commence le Post-glaciaire, continué par le dépôt du limon éolien et terminé par les dépôts flandriens, les uns marins, les autres continentaux (*Ergeron*).

E. Van den Broeck. — **Contribution à l'étude de phénomènes d'altération dont l'interprétation erronée pourrait faire croire à l'existence de « stries glaciaires ».**

Sous ce titre, M. *Van den Broeck* fait une communication dont le texte détaillé paraîtra, accompagné d'une planche, aux *Mémoires*. Ce travail constitue le commentaire de l'exhibition, faite en séance, d'une série

de fragments calcaires enlevés par l'auteur à l'affleurement, sous la neige, des « rochers de Naye », dans le canton de Vaud, à l'altitude de 2044 mètres.

Il s'agit, dans cette communication, de surfaces, exposées aux intempéries, d'un calcaire crétacé, d'âge néocomien, qui présente un curieux réseau de stries entrecroisées rectilignes assez profondes, serrées et nombreuses par places, et qui ont absolument l'aspect de « stries glaciaires ». En opposition toutefois avec ces stries ou *creux* alignés, on voit s'élever au contraire au-dessus de la surface calcaire des veines blanches en *relief*, disposées comme des filons irréguliers de quartz, dont ces veines présentent toute l'apparence, à première vue.

Après avoir rappelé l'étude consacrée, en 1896, par M. Stainier, dans notre *Bulletin*, à des roches présentant également l'aspect de stries glaciaires, mais qui devaient cette apparence à des phénomènes tout autres, M. Van den Broeck expose que, dans le cas présent, le calcaire crétacé des rochers de Naye est constitué par un calcaire siliceux, de résistance moyenne aux intempéries, alors que les gros filons irréguliers et en relief sont constitués par de l'*aragonite*, tandis que le chevelu, si abondant par places, des fines stries rectilignes se coupant presque à angle droit, suivant divers systèmes d'orientation (au moins trois) et simulant à la surface des stries glaciaires, est constitué par de très minces filonets de *calcite*.

Tandis que l'aragonite, plus résistante que la pâte rocheuse qui l'entoure, apparaît en *relief*, la calcite, plus facilement attaquable, se dissout plus aisément, ainsi que le montre d'ailleurs l'examen à la loupe, constitue des *creux* et fait place à des sillons curieusement ressemblants à des stries glaciaires. Des coupes minces de la roche, faites les unes normalement, les autres parallèlement aux surfaces affectées par le phénomène, montrent nettement l'abondance extraordinaire et la disposition des minces filets de calcite ($0^{mm},001$ à $0^{mm},003$) dont rien, ni dans la couleur ni dans l'aspect de la roche, à l'extérieur, ne décèle l'existence, même à la loupe. Ce sont eux pourtant qui constituent les multiples zones d'attaque de la dissolution de calcaire par les agents atmosphériques et produisent les stries d'apparence glaciaire.

M. le *Secrétaire général* fait circuler parmi les assistants un mémoire illustré de planches sensationnelles, publié par M. *A. Karpinsky* et dont M. le Dr *Van de Wiele* a bien voulu faire pour la séance le résumé suivant, qui se borne à reproduire, sans commentaires, les parties essentielles du mémoire de M. A. Karpinsky.

A. Karpinsky. — **Ueber die Reste von Edestiden und die neue Gattung Helicoprion.** (Aperçu sur les vestiges d'Edestides et sur le nouveau genre Helicoprion) (1).

Historique des découvertes d'Edestides antérieures à 1899.

En 1855, Hitchcock présente un fossile du schiste carbonifère dans l'Indiana, qu'il décrit comme une mâchoire de requin. Newberry lui donna plus tard le nom d'*Edestus minor*. Agassiz compare le fossile au rostre du genre *Pristis*.

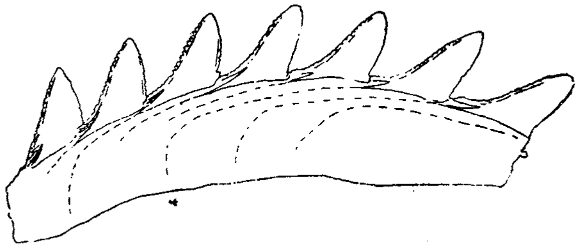


Fig. 1. — Edestus minor, *Newb.*, $^1/_5$.

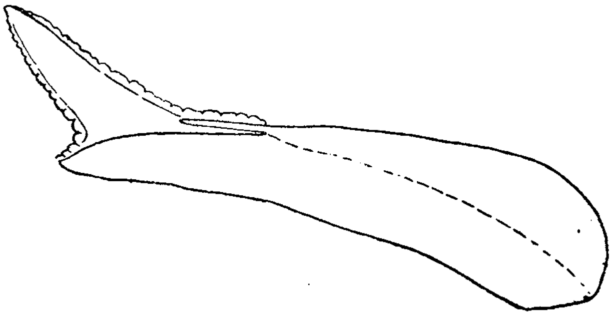


Fig. 2. — *Segment restauré de* Edestus minor, *agrandi.*
La ligne ponctuée indique le fond de la gouttière du segment, ouverte vers le haut.

En octobre 1855, Leidy décrit sous le nom d'*Edestus vorax* un fossile analogue et lui attribue le rôle d'une mâchoire segmentée. Mais en 1856, il change d'idée et considère le fossile comme une épine dorsale, et le professeur Hall le considère comme un ichthyodorulithe.

(1) *Verhandl. d. Kais. Russischen Mineralogischen Gesellschaft zu St.-Petersburg*, 2. Serie, Bd XXXVI, Nr 2, 1899 (avec 4 planches et 72 figures).

R. Owen fut du même avis, et, dans sa Paléontologie, il décrit l'exemplaire debout dans la position verticale qu'il croit être la position naturelle.

En 1866-1870, Newberry et Worthen décrivent une dent d'*Edestus minor* et un autre fossile : l'*Edestus Heinrichsi*. Ils combattent l'idée d'attribuer au fossile la signification d'une mâchoire ou du rostre de *Pristis* et le comparent aux épines des nageoires de *Chimœra, Hybodus* et *Spinax*, et aussi avec les épines caudales de *Trygon*.

Newberry et Worthen insistent surtout sur l'absence d'un canal médullaire et croient que chaque segment a une nutrition autonome. Cope (*The Vertebrata of the Cretaceous formations of the West*), en parlant des épines des nageoires pectorales de *Pelecopterus*, les compare aux épines segmentées d'*Edestus*. Tous les restes segmentés d'*Edestus* avaient jusqu'ici été trouvés dans l'Amérique du Nord et, spécialement, dans le bassin carbonifère de l'Illinois et du Missouri.

En 1879, H. Trautschold, dans sa Monographie des fossiles des carrières calcaires de Mjatschkowa, près de Moscou, décrit une dent d'espèce européenne sous le nom d'*Edestus protopirata* et la considère comme dent mandibulaire.

Il décrit une deuxième dent comme faisant partie de la mâchoire inférieure et considère les fossiles segmentés comme faisant partie de la mâchoire supérieure. En 1886, M. H. Woodward décrit un fossile des couches carbonifères de l'Australie occidentale, le rattache au genre *Edestus* et, comme il n'a pas vu le fossile, il hésite à créer l'espèce *Edestus Davisii*.

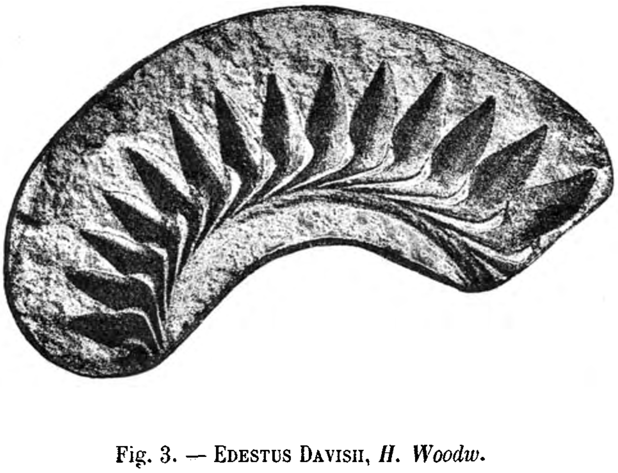


Fig. 3. — Edestus Davisii, *H. Woodw.*

Il tend à considérer les fossiles comme des épines de nageoire pectorale. A la suite de ce travail, Trautschold revient sur son idée première. Il considère le fossile comme un organe médian, dorsal, dont les dents proéminent à l'extérieur et ayant probablement pour but d'ouvrir le ventre des animaux marins. Il considère la gouttière comme analogue à celle que l'on trouve dans l'ichthyodorulithe *Ctenacanthus*. En 1887, Fanny Hitchcock compare *Edestus* avec l'arcade mandibulaire d'*Onychodus* (Newberry). En 1887, K. Zittel range l'*Edestus* parmi les formes problématiques. En 1888, Newberry réaffirme ses opinions sur la nature d'*Edestus* et décrit deux fossiles nouveaux : *Edestus Heinrichsi* et *Edestus giganteus*.

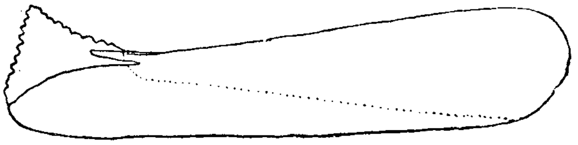


Fig. 4. — Ed. Heinrichsi, *Newb., un peu réduit, avec indication des limites de la gouttière, ouverte vers le haut.*

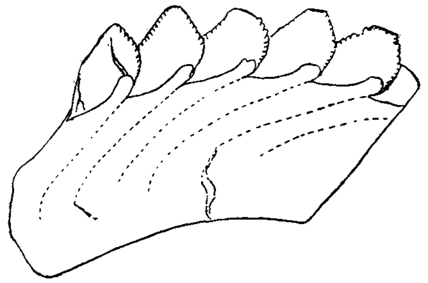


Fig. 5. — Edestus giganteus, *Newb*, $^1/_6$.

Dans le *Catalogue of Fossil Fishes in the British Museum,* A. S. Woodward donne la caractéristique d'*Edestus,* fournit une copie, d'après R. Owen, en position debout et considère l'organe comme une défense d'origine dermique, mais dont la position est douteuse. Trautschold, qui avait donné à *Edestus protopirata* la dénomination de *Protopirata centrodon,* range *Edestus Heinrichsi* dans le genre *Protopirata,* caractérise le genre *Edestus* comme un ichthyodorulithe courbe et segmenté, pourvu d'une série de dents. Il considère le genre *Protopirata* comme un ichthyodorulithe droit, non segmenté, qui se termine en haut par une dent unique.

Bashford Dean propose de considérer *Edestus* comme un élément

métamérique, dont l'aiguillon se développe par l'union d'organes cutanés de plusieurs métamères successifs. Dans un travail postérieur, il revient sur cette théorie, écarte l'idée de rapport avec la région buccale ou avec les nageoires pectorales comme dans *Pelecopterus*. Il compare les segments d'*Edestus* à une série de plaques de chagrin. Il admet que l'aiguillon ainsi formé avec l'extrémité libre était situé sur la ligne médiane du dos, probablement dans la région céphalique.

L'espèce décrite par lui (*Edestus Lecontei*) présente une grande différence entre les dents des deux extrémités de l'appareil. En outre, il convient de signaler l'existence d'*Edestus* à l'Ouest des Rocky Mountains.

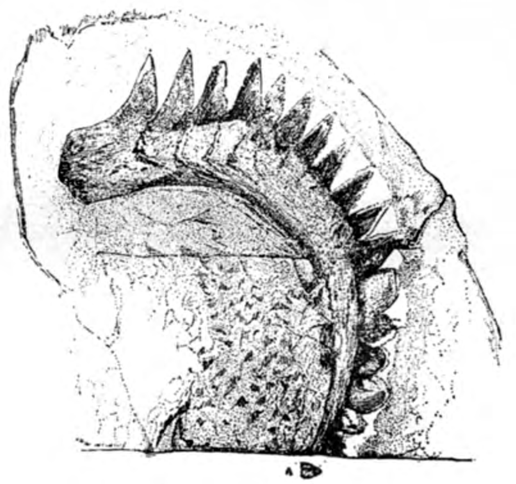


Fig. 6. — Edestus Lecomtei, *Bashford Dean.*
(Dimensions sensiblement diminuées.)

Enfin, Germar décrit, parmi les fossiles carbonifères de Wettin (Saal), des dents que Karpinsky tend à attribuer au genre *Edestus*. (Description d'une dent d'*Edestus minor* trouvée avec *Spirifer mosquensis* à Mjatschkowa) (1).

Les fossiles se rapportant à Helicoprion.

Trouvés dans une carrière près de Krasnoufimsk, dans l'étage Artinsk (Permo-Carbonifère).

L'étude paléontologique a en outre fourni : *Poacordaites tenuifol.*, etc.

(1) C'est dans cette même localité qu'ont été trouvées les espèces décrites par Trautschold.

M. Bessonow a envoyé cinq exemplaires (dont deux figurent aux planches) en spirales presque complètes; le cinquième a été employé pour l'examen microscopique.

On a encore trouvé des restes d'*Helicoprion* dans le gouvernement d'Oufa, près de la rivière Sarwa. Tous les exemplaires sont attribués par Karpinsky à *Helicoprion Bessonowi.*

Description du fossile. (Voir la planche *C* des *Procès-Verbaux.*)

Spirale aplatie, symétrique, bilatérale, trois spires et demie, composées de parties (segments) qui se terminent à la périphérie de la spire sous forme de dents à symétrie latérale. Un premier exemplaire présente cent trente-six segments avec dents. Un deuxième exemplaire, moins complet, compte cent quarante-six segments. La surface des segments et des dents est lisse, recouverte presque en entier d'un émail qui présentait des stries qui se réunissent vers la racine de la dent.

Sur les coupes, on ne peut distinguer les limites des segments, mais elles ont existé à l'état isolé avant leur fusion en spirale continue. La partie supérieure des segments, ou dents, présente une grande analogie avec les dents des Lamnidés et des Carcharidés. Mais elles se rapprochent encore plus, sous le rapport de la forme et du caractère des dents secondaires, des dents des Sélaciens paléozoïques que M. Coy a décrites sous le nom de *Dicrenodus* (Rom.), *Carcharopsis* (Ag.), *Pristicladodus* (M. Coy). Elles se distinguent des dernières par leur symétrie bilatérale.

Structure.

En fait, la spirale de *Helicoprion* se compose entièrement de vasodentine, sans aucune trace de structure osseuse. On distingue les différentes variétés de vaso-dentine : 1° spongiaire centrale (*osteodentin*, Tomes) ou *trabecular dentine* de Rose; 2° vaso-dentine fibrillaire ou périphérique; 3° canalicules de Havers.

Conclusion : Les « dents » des spirales de *Helicoprion*, indépendamment de leur symétrie bilatérale, présentent une si grande analogie avec les dents de requin et surtout de *Carcharodon*, qu'on pourrait, à l'état isolé, les confondre avec des dents mandibulaires d'une espèce voisine de *Carcharodon.* Elles se rapprochent encore plus des dents de *Dicrenodus, Carcharopsis* et *Pristicladodus.* Comparées aux dents de *Lamnatodus* et *Carcharodon,* elles leur ressemblent surtout par la

constitution histologique : vaso-dentine au centre, avec canalicules suivant les mêmes directions.

Chez les *Lamna*, la surface est constituée par la dentine typique; chez *Helicoprion*, par la vaso-dentine avec canalicules se dichotomisant vers la périphérie.

Comparées aux dents cutanées du *Trygon* (Myliobatidés), elles sont constituées toutes deux par de la vaso-dentine, mais l'analogie de forme et de structure est moindre qu'avec celle des dents mandibulaires des Élasmobranches.

Si l'on aborde maintenant le point de vue de la composition chimique, on constate que le fossile est surtout constitué par de l'apatite (chlorhydro-fluoro-phosphate de chaux). L'auteur croit avoir observé un tissu analogue au « chagrin » (fig. 7) entre les dents et à la partie interne des tours de spire. Les racines se dissolvent dans l'acide nitrique et l'analyse donne comme composition du phosphate de calcium.

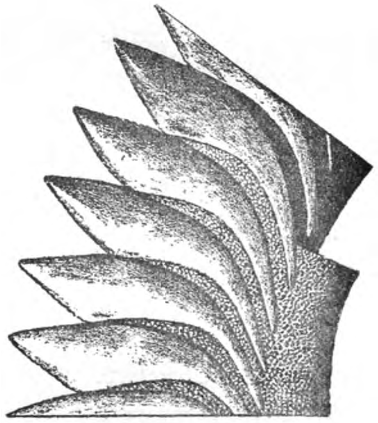


Fig. 7. — Helicoprion Bessonowi, *Karpinsky*.
Le tissu assimilé par l'auteur au « chagrin » se trouve représenté par des granulations.

Les écailles placoïdes ne sont pas persistantes comme chez les autres poissons, mais elles tombent et sont remplacées par d'autres, et sous ce rapport aussi bien que par leur structure, elles se rapprochent des dents mandibulaires. Elles ne sont, relativement aux dents cutanées, que des organes plus complexes et plus spécialisés. Les dents pharyngées ressemblent parfois à des productions cutanées et parfois il y a coïncidence absolue entre les dents mandibulaires des jeunes requins et les dents cutanées des adultes. L'étude de la forme des écailles placoïdes fossiles, surtout de la partie intracutanée, est encore

très incomplète, et surtout pour ce qui regarde la vaso-dentine du chagrin, qui est beaucoup plus rare que la pulpo-dentine des écailles placoïdes. Le chagrin fossile diffère des écailles placoïdes des poissons récents. D'après HERTWIG, chez ces derniers celles-ci sont formées par une plaque de base et une épine. Chez les espèces anciennes, la différence entre les deux parties est moins marquée et, d'habitude, l'épine redressée fait défaut. Beaucoup d'écailles sont lisses, ce qui se rencontre aussi chez les Élasmobranches récents.

Caractères distinctifs entre les genres « Helicoprion » et « Edestus ».

Les différentes espèces connues d'*Edestus* se répartissent dans les formes suivantes : *vorax*, *minor*, *Heinrichsi*, *giganteus*.

Tous ces fossiles ont une courbure relativement faible; seul, *Helicoprion* a une spirale à plusieurs tours. Chez les *Edestus*, la couche d'émail est presque exclusivement limitée à la surface des dents (extrémité des segments). Chez *Helicoprion*, au contraire, l'émail recouvre presque complètement la surface latérale des spires, de sorte qu'il n'y a à la base qu'une bande (le $^1/_{10}$ de la hauteur de la spire) qui reste libre, avec des prolongements entre les dents.

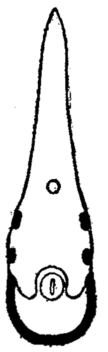


Fig. 8. — HELICOPRION BESSONOWI, *Karpinsky*.
Section longitudinale d'un des denticules de la figure 7 montrant, en section transversale, le vaisseau de base et le canalicule de Havers. Le « chagrin » est indiqué par la teinte noire.

La base d'*Edestus* se divise en segments qui ont une forme de bateau et sont pourvus d'une gouttière à la partie supérieure, mais ils sont le plus souvent emboîtés et ne laissant voir que la ligne de division extérieure. *Helicoprion* se présente comme un organe homogène dont les segments auraient été différenciés à l'état embryonnaire; mais dans

les exemplaires soumis à l'examen, on ne peut reconnaître les différents segments que par la direction des fibres de l'émail. Chez *Edestus,* la partie intérieure de la courbe est simplement arrondie; chez *Helicoprion,* il y a, à la partie intérieure des spires, un sillon dans lequel s'est trouvé un vaisseau longitudinal. En tous cas, il y a lieu de réunir les *Edestus* et *Helicoprion* dans une seule famille, comme Agassiz l'a déjà proposé en 1855, de même que Leidy, qui a proposé le nom d'*Edestina,* auquel il vaudrait mieux substituer celui d'Édestides. A *Helicoprion Bessonowi,* il y a lieu d'opposer *Helicoprion* (*Edestus*) *Davisii* (H. Woodward).

Helicoprion Bessonowi présente les caractères suivants : 1° un nombre plus considérable de segments à chaque tour de spirale; 2° les dimensions en hauteur des segments ou des spires sont moindres; 3° la hauteur relative des dents est moindre; 4° la forme des fibres de l'émail est autre.

Conclusions.

1. Il faut rattacher les *Edestus* et les *Helicoprion* aux Élasmobranches, mais on n'en connaissait jusqu'ici aucune famille dans laquelle on pouvait les inscrire. Les Élasmobranches se sont spécialisés dès les premiers temps de leur apparition. Ceux du début, ayant présenté un squelette mou, n'ont laissé que des traces imparfaites de leur existence. De là et de l'absence d'organes analogues chez les Élasmobranches plus récents, impossibilité de classer les Édestides d'une façon précise, et les déductions qui vont suivre ne peuvent être considérées que comme des hypothèses.

2. La spirale de l'*Helicoprion* n'était pas libre; à sa partie intérieure, elle se rattachait aux parties molles, et la peau couvrait les espaces entre les spires avec des pointes s'étendant jusqu'à la base des dents. En outre, un vaisseau suivait la partie intérieure des spires. Chez *Edestus,* la base des segments avait une épaisseur suffisante pour s'enchâsser dans les tissus de l'animal avec une stabilité suffisamment grande. Par contre, la partie de la spirale de l'*Helicoprion* non revêtue d'émail pénètre si peu profondément dans les tissus de l'animal, qu'elle ne présenterait aucune résistance si elle n'était maintenue par des lanières de peau étendues entre les différents segments.

3. Les signes extérieurs du fossile *Helicoprion* détruisent la conclusion que la spirale s'est trouvée dans la cavité buccale. D'un autre côté, comme il faut bien ranger *Helicoprion* parmi les Élasmobranches, par là tombe l'analogie avec *Pelecopterus.* D'un autre côté, la structure his-

tologique empêche de les placer ailleurs que dans le voisinage de la bouche.

4. La symétrie bilatérale du fossile entier, ainsi que de chacune de ses parties, porte l'auteur à placer l'organe sur la ligne médiane; mais à l'encontre de Newberry, Bashford Dean, etc., il ne peut croire que l'appareil était fixé dans le corps comme une simple épine.

5. S'il faut considérer les Édestides comme des ichthyodorulithes, le type en serait exceptionnel, et de plus, il y aurait deux types : *Edestus* et *Helicoprion*.

6. Avant d'émettre une opinion sur la position de *Helicoprion*, il faudrait passer en revue le genre *Edestus*. La spirale « helicoprion » constitue un organe compact, et l'on ne peut conclure à l'existence de segments que par la distribution de la vaso-dentine recouverte d'émail qui démontre que chaque segment embrasse par son sillon le segment précédent, et c'est ce que l'on rencontre également chez *Edestus*. La forme des segments est évidente chez *Edestus Heinrichsi* et *protopirata ;* se retrouve chez *Edestus vorax* et *E. minor*, moins facilement chez *Edestus giganteus*. Il faut disposer tous les fossiles dans le même sens, en se représentant la cavité de la gouttière dirigée vers la tête de l'animal.

7. C'est *Edestus Heinrichsi* qui a fourni le plus grand nombre d'exemplaires, parmi lesquels une épine sans sillon et avec une dent relativement petite. On peut admettre que les segments se sont fondus en un seul et, d'un autre côté, que les dents ne se sont pas rapprochées par le développement de la base.

Pour ce qui est d'*Edestus Lecontei*, le fossile n'a pas la forme spirale ; il est simplement recourbé, mais la courbure devient moindre vers la fin.

8. On peut considérer, d'après leur structure, les différents segments de *Helicoprion* comme des épines cutanées en voie de spécialisation.

9. La forme de l'organe démontre que les muscles n'ont pu exister dans l'organe ni autour; donc pas de mouvement actif possible.

10. L'inutilité apparente de la partie centrale de la spirale s'explique par le développement graduel de l'organe. D'un autre côté, cette disposition empêche l'introduction de corps étrangers.

11. L'auteur a considéré la possibilité de la situation caudale. La *Raie* présente une queue amincie, pourvue de piquants cutanés dont la hauteur dépasse parfois l'épaisseur de l'organe. La queue en fouet des Centrobatides est encore plus spéciale et parfois plus mince que les spires de *Helicoprion*.

L'*Hippocampe* possède la faculté d'enrouler la queue. Si la spirale

de *Helicoprion* a appartenu à la région caudale, ses dimensions ont dû être restreintes relativement au volume de l'animal, sinon le poids spécifique aurait été trop grand relativement à celui du corps. On pourrait donc admettre un organe caudal comme chez *Cladoselache* (*Cladodus*). On pourrait aussi la considérer comme une *fulcra* (*Prestiurus melanostomus*).

12. Le poids spécifique élevé de l'organe spiral est cause du degré de conservation avec lequel il nous est parvenu; l'organe s'est détaché après la mort de l'animal et est descendu au fond de la mer.

La conservation parfaite nous fait conclure qu'en dehors du revêtement de chagrin, l'organe n'a pas présenté de parties molles.

13. Il se peut que l'appareil d'*Edestus* n'était pas situé à la partie caudale et peut avoir occupé tout autre point de la ligne médiane.

14. Il faut surtout signaler la grande ressemblance des dents d'Édestides avec les dents mandibulaires d'Élasmobranches du système carbonifère : *Dicrenodus*, *Carcharopsis* et *Pristicladodus*, mais celles-ci proviennent toujours du Carbonifère inférieur, tandis que les Édestides se trouvent toujours dans le Carbonifère supérieur. Cependant, cette analogie de forme et de structure nous ramène à la question de la position buccale de la spirale de *Helicoprion*.

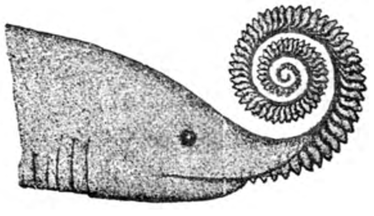


Fig. 9. — Helicoprion Bessonowi, *Karpinsky*.
Montrant, d'après l'auteur, la disposition de la « spire dentaire à l'extérieur » (1).

Le professeur O. Jäekel a communiqué à l'auteur son opinion que les fossiles *Edestus* pourraient constituer une série de dents pharyngées qui correspondraient aux dents médianes des Pétalodontides, surtout *Janassa;* mais au lieu d'avoir servi de molaires, ce seraient des dents d'attaque. L'organe spiral n'a pas trouvé place dans le pharynx, mais il a poussé en avant; de là aussi la forme allongée antéro-postérieure au lieu de transversale. A comparer aussi *Edestus* avec *Glossodus*, M. Coy, et *Helodus Coxanus*, M. Newberry.

(1) Les neuf figures qui précèdent, ainsi que la planche C, sont extraites des illustrations fournies par le mémoire de M. Karpinsky.

Si nous admettons que les dents médianes ne sont pas tombées, mais ont continué à pousser, elles ont dépassé la mâchoire, et par l'accroissement, elles ont donné lieu à l'organe spiral. Il est difficile de se représenter cette spirale chez les requins, dont la bouche se trouve à la surface inférieure, mais si elle se trouve à la partie antérieure, comme chez les *Cladoselache* (*Cladodus*), la spirale présentera ses dents les plus fortes à la partie antérieure et constituera un appareil d'attaque redoutable.

Chez les autres Édestides, on ne trouve qu'un simple crochet, et il se peut même que les premières dents fussent caduques.

D'un autre côté, le grand développement des segments rendrait la spirale trop lourde chez *Edestus Lecontei;* les dents sont restées permanentes.

15. Quoique les terrains de l'Amérique du Nord où se trouvent les Édestides soient des formations d'eau douce, on doit admettre avec Newberry que ces poissons étaient marins, et la nature des formations marines de Mjatschkowa confirme cette opinion, de même que les découvertes de Krasnoufimsk et de la Sarwa.

16. Il résulte aussi de ce travail que les Édestides ont persisté à une époque plus récente qu'on ne l'avait admis autrefois. La brièveté de leur existence géologique peut s'expliquer par la complication de l'appareil spiral.

E. Van den Broeck. — **Ce que doit signifier la spirale de Helicoprion.**

M. *Van den Broeck* déclare ne pouvoir, en aucune façon, admettre l'interprétation fournie par M. le professeur *Karpinsky* pour la position du curieux appareil hélicoïdal dentaire de l'intéressant type *Helicoprion*. Tout d'abord, ce dispositif spiralé externe lui paraît peu logique au point de vue de l'utilisation de la grande majorité des éléments dentaires qui constituent l'hélice.

Il ne le serait pas plus au point de vue des lois de la mécanique, en rendant les chocs brusques du poisson, dans ses attaques, assez périlleux pour l'ensemble de l'appareil, appelé à se rompre par sa base dans tout abordage violent du Sélacien, présentant à l'ennemi la surface courbe, ici présentée comme antérieure, de son appareil spiralé externe.

Pour admettre une *spirale extérieure* composée d'une série de dentelons acérés, il faut bien se résoudre à admettre aussi que les plus petits dentelons internes, de même que les dentelons des spires intermé-

diaires, ont été successivement et suivant les progrès de la croissance de l'animal, situés antérieurement en position externe et ont été tour à tour *utilisés :* les premiers dans le jeune âge et les seconds dans les âges suivants de *Helicoprion*. Or, on sait combien tous les représentants indifféremment de la grande famille des Sélaciens sont voraces et impétueux dans leurs attaques. On peut prendre à témoin de ceci les nombreuses dents que divers types de cette famille ont laissées furieusement et profondément implantées dans des ossements de cétacés, dans des carapaces de tortues, etc., et qui sont visibles comme « curiosités » dans divers musées. Il suffit également d'examiner les mâchoires et les dents isolées des Sélaciens vivants et fossiles pour s'assurer de la forte proportion d'éclats, de meurtrissures, d'ébréchures et de traces d'ardents combats dont témoignent les appareils dentaires de ces voraces habitants des mers.

C'est même pour parer aux inconvénients de l'espèce que la prévoyante Nature a pris soin de renouveler par rangées entières les dents des Sélaciens, lesquelles, lorsqu'elles n'ont pas été arrachées violemment, tombent successivement, abîmées et déchaussées pour la plupart, lorsqu'elles se trouvent, avec les progrès de la croissance, poussées sur le bourrelet externe de la gueule et remplacées par des éléments nouveaux, dont les réserves successives alignées constituent, chez certains genres, de véritables *rouleaux buccaux*. On ne saurait mieux comparer fonctionnellement ceux-ci qu'au dispositif du *ruban lingual spiralé* de certains mollusques gastropodes et dont une foule de genres bien connus nous fournissent l'intéressante disposition, qui est celle d'une série de spirales de *Helicoprion*, qui seraient placées côte à côte, mais sur un support transversal commun. Sans sortir de la famille des Sélaciens, on peut considérer la spirale dentaire et buccale de *Helicoprion* comme constituant une disposition analogue à l'une quelconque des tranches spiralées, juxtaposées latéralement, qui constituent les rouleaux dentaires des mâchoires de certains Sélaciens de la famille des Raies.

Partant de cette donnée que nous sommes probablement, avec *Helicoprion*, en présence d'un type de Sélacien qui ne devait guère le céder comme mœurs et férocité à ses congénères anciens et modernes; partant aussi de cette donnée que, successivement, toutes les lames dentaires des spires internes, avant la phase d'enroulement progressif, — qui, dans l'hypothèse Karpinsky, les aurait ensuite rendues *inutilisables*, précisément par suite de leur position devenue interne au sein des spires successives, — *auraient dû servir* pendant la phase où elles se trouvaient en position antérieure et externe, on serait amené, d'après les

vues du savant précité, à conclure que parmi les dentelons ou lames tranchantes des tours de spire interne, *des traces nombreuses et irrécusables d'usure, d'usage et d'ébréchement, des plus diversifiées*, devront être fatalement constatées.

Or, il n'en est absolument rien, car, abstraction faite de ce qui est visiblement attribuable à l'état de dégradation de certaines parties de la spire dentaire figurée par M. Karpinsky, brisée en divers points au cours de l'extraction du précieux fossile, on constate nettement l'absolue fraîcheur et l'intégrité des tours internes de la spire et des dentelons, restés généralement tous à l'état de fines lames tranchantes, acérées à la pointe et bien intactes tout le long de leurs faces agissantes.

M. *Van den Broeck* éprouve, en ce qui le concerne, l'impression fort nette, très absolue, que les dentelons ou lames tranchantes des tours internes, non seulement *n'ont pas servi*, mais constituent, comme les éléments internes des rouleaux dentaires de certains Sélaciens (de la famille des Raies, par exemple), le magasin, la *réserve* appelée à atteindre une taille plus grande et à occuper plus tard, avec les progrès de la croissance, une position *antérieure*, position dans laquelle ils seront à leur tour appelés à servir et à remplacer les plus grandes denticulations usées, brisées ou détachées par l'usage et les chocs.

Des raisons d'ordre morphologique et tirées de l'anatomie comparée chercheront peut-être à battre en brèche cette thèse, d'une *réserve d'avenir,* fournie par les tours internes de la spirale, et tendront à la considérer, au contraire, comme la *dentition du jeune âge* de *Helicoprion.* Mais thèse contre thèse, rien ne saurait être absolument *démontré*, et l'absence de marques d'usage et d'usure des denticules internes est un argument DE FAIT, qui garde toute sa valeur.

Certes, il est quelque peu déplaisant pour l'orateur, qui ne prétend à aucune compétence en ichthyologie et qui exprime simplement son sentiment, dans un but d'utile controverse scientifique, de devoir se mettre en opposition d'idées avec l'éminent parrain de *Helicoprion.* Toutefois, M. Van den Broeck pense que M. Karpinsky lui saura gré, au contraire, de soulever un point de vue différent du sien, qui n'a d'ailleurs été présenté dans le travail descriptif de l'auteur que comme une hypothèse destinée à subir la critique scientifique.

De même que dans le cas du ruban lingual spiralé des mollusques gastropodes, et dans celui plus morphologiquement semblable des *rouleaux dentés* de la mâchoire de certaines Raies, l'appareil dentaire de *Helicoprion* n'aurait-il pu être composé de *plusieurs* de ces spirales, juxtaposées côte à côte? Serait-il seulement la partie *centrale* et

symétrique d'un appareil plus développé, complété de chaque côté — comme c'est le cas chez certains types de gastropodes — par des éléments latéraux, et symétriques par rapport à cette série centrale?

Quoi qu'il en soit, M. *Van den Broeck* résume ses observations en formulant toutes ses réserves sur la thèse de l'EXTÉRIORISATION de la spirale dentaire de *Helicoprion*. Il croit qu'il s'agit ici soit de l'ensemble, soit plutôt d'une partie d'un *dispositif spiralé* INTERNE placé dans la *cavité de la région buccale* de *Helicoprion* et comparable fonctionnellement au ruban spiral interne des mollusques gastropodes, et mieux encore à l'élément formé par une des tranches armées des dents des rouleaux buccaux de Sélaciens du type des Raies.

Rien ne défend non plus d'admettre que l'ensemble des spires — car M. *Van den Broeck* est fort disposé à admettre que la spire dentaire n'était nullement unique dans la gueule de *Helicoprion* — pouvait être animé d'un certain mouvement limité de contraction et par conséquent de rotation partielle, rappelant celui de nos ressorts de montre; ce qui aurait alors permis à *Helicoprion* de se servir de son appareil dentaire comme d'une série de scies circulaires parallèles et jointives, à mouvement limité il est vrai, mais devant constituer sous cette forme un dispositif tranchant, des plus formidablement aménagés pour la lutte et pour faciliter l'éventrement des proies les plus considérables. On répondra peut-être à cela par le caractère de rigidité du support osseux des dents de l'appareil spiral de *Helicoprion;* mais qui pourrait affirmer que dans l'état de vie les conditions fussent absolument les mêmes?

Quoi qu'il en soit de cette dernière hypothèse, assurément un peu hasardeuse, le point capital sur lequel insiste M. Van den Broeck est que l'appareil spiral de *Helicoprion* devait être un appareil *interne et buccal*, dont l'homologue, comme disposition et usage, se retrouve chez divers genres de mollusques gastropodes, sans toutefois que l'homologie de fonction et de disposition générale implique, bien entendu, des homologies structurales qui, vu l'éloignement des types animaux ici mis en présence, ne pourraient être poursuivies autrement que comme un simple rappel en faveur du bien fondé de la thèse soutenue par M. Van den Broeck et confirmée, semble-t-il, par les rouleaux dentaires de certains Sélaciens de la faune actuelle.

A la suite de cette communication, et vu l'intérêt que présente le sujet controversé, l'assemblée décide que la discussion sera reprise à la prochaine séance de décembre.

ANNEXE A LA SÉANCE DU 21 NOVEMBRE 1899.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

A. Renard. — **Recherches sur le mode de structure des météorites chondritiques.** (*Bulletin de la Classe des Sciences de l'Académie royale de Belgique*, 1899, n°s 9-10.)

L'auteur continue l'étude des météorites chondritiques et de leur origine. Niant l'origine pyroclastique des chondres, il leur attribue la formation par métamorphisme dynamique. Les chondres ont été formés sur place dans les aérolithes, qui, selon M. Renard, ont été soumis à une pression intense poussée jusqu'à la pulvérisation intime des minéraux constitutifs. Mais dans les roches cosmiques, la cataclase ne s'est pas produite en présence de l'eau comme dans les roches terrestres, et il n'y aurait pas eu élévation de température. De là la différence entre les deux espèces de produits. Les roches cosmiques ne se sont pas ressoudées, elles sont restées, en quelque sorte, incohérentes. L'auteur a cherché à vérifier ces vues par l'expérience.

Il a fait construire une presse hydraulique à l'aide de laquelle on peut atteindre une pression de 6 000 atmosphères. Il choisit un fragment de grès blanc, d'aspect de calcaire saccharoïde à grain fin, dont les éléments n'ont pas une structure granitoïde; ce sont des prismes plus ou moins réguliers. Il enveloppe le fragment (1 × 2 centimètres) dans un cylindre d'alliage de Rose, et soumet le tout à une pression de 5 000 atmosphères pendant trois heures. Extérieurement, le fragment de grès a peu changé. Mais si on l'examine au microscope, on ne trouve plus *aucune plage cristalline*, et la photographie jointe au travail montre l'aspect d'un amas de grains irréguliers agglomérés comme ceux du grès sédimentaire. V. d. W.

De Martonne. — **Sur la période glaciaire dans les Karpathes méridionales.** (*Compte rendu des séances de l'Académie des Sciences*, Paris, t. CXXIX, n° 22, 27 novembre 1899.)

Les traces de la période glaciaire signalées par Lehmann, en 1881, contestées depuis, sont démontrées par des relevés topographiques plus complets. Toutes les hautes vallées se terminent en cirques, orientés presque tous vers le Nord, quelques-uns à l'Est. On trouve dans presque toutes les vallées des roches moutonnées. Les stries sont extrêmement rares. Il n'existe pas de moraines typiques dans les hautes vallées. Plusieurs faits semblent indiquer l'existence de deux et peut-être trois périodes glaciaires. Tous les cirques du versant Nord sont accompagnés de petits cirques parasites, à glaciation plus nette, et pouvant être considérés comme les traces d'une période glaciaire plus récente. Au débouché de plusieurs cirques, on observe une série de terrasses dans le roc, permettant de reconstituer une vallée plus large, plus élevée, et d'une pente plus rapide que la vallée actuelle. Sur ces terrasses, on constate des roches moutonnées, qui manquent dans la vallée actuelle. Il faut donc admettre deux périodes glaciaires séparées par une période d'érosion. La première s'est étendue jusque dans les vallées et doit dater de la fin du Pliocène, la deuxième ne forma que des glaciers suspendus, limités aux cirques des hautes vallées, et ne laissa pas de moraines; mais on peut fixer la limite moyenne des glaciers à 1 700 mètres, et la limite de la neige persistante à 1 850.

Tout cet ensemble de faits concorde avec la récente découverte des traces d'une glaciation dans le Reladagh par M. Cuijic.

V. d. W.

SÉANCE MENSUELLE DU 19 DÉCEMBRE 1899.

Présidence de M. **M. Mourlon**, *président.*

La séance est ouverte à 8 h. 40.

Correspondance :

Le *Field Columbian Museum*, de Chicago, propose l'échange de ses publications contre le *Bulletin* et envoie, à cette fin, une liste de ses travaux. — Renvoi au Bureau.

M. *Smith Woodward* remercie pour la traduction française qui sera faite de ses remarques sur le *Wealdien* et annonce l'envoi d'une note sur *Helicoprion*, au sujet du travail de M. *Karpinsky* dont il a été question à la séance précédente.

Il sera donné lecture de cette note au cours de la présente réunion.

Communications des membres :

A Rutot. — Distribution des couches quaternaires dans les vallées de la Belgique.

M. *A. Rutot* donne, au tableau noir, une idée de la distribution des couches quaternaires dans les vallées de la Belgique.

D'après l'orateur, cette distribution est partout la même et toutes les vallées offrent des coupes semblables.

Les couches moséennes ne s'élèvent guère au-dessus de 65 mètres au-dessus du niveau actuel des eaux; elles couvrent de préférence la terrasse de 30 mètres au-dessus de ce niveau et elles peuvent descendre jusque près de cette limite, mais pas plus bas.

Le Campinien n'occupe que les plus bas niveaux. Il remplit

l'extrême fond des vallées et ne s'élève jamais de plus de 20 mètres au-dessus de la région des eaux actuelles.

Le limon hesbayen remplit ce qui n'a pas été comblé par les dépôts campiniens, puis, de ces bas niveaux, il monte d'une manière ininterrompue jusques au moins 120 mètres au-dessus du niveau actuel des eaux. L'amplitude du dépôt de limon hesbayen peut donc atteindre 160 mètres.

Le dépôt du limon éolien est localisé et ne correspond à aucune altitude déterminée. Ce limon ne couvre guère que la Hesbaye et une partie du Brabant.

Enfin, le Flandrien, présentant ses deux facies, l'un marin, l'autre continental, montre des dispositions assez singulières.

Le dépôt marin est surtout localisé dans les Flandres, et il ne s'élève guère à plus de 30 mètres au-dessus du niveau actuel des eaux dans les vallées.

Quant au facies continental (ergeron et terre à briques), il n'est guère développé que dans le bassin de la Haine, où il part du niveau actuel des eaux pour atteindre de hautes altitudes qui n'ont pu encore être fixées avec précision.

G. Simoens. — **Sur une roche présentant des stries pseudo-glaciaires, trouvée en Condroz.**

Lors de la dernière séance de la Société belge de Géologie, M. E. Van den Broeck nous a parlé de roches présentant des stries pseudo-glaciaires et provenant de la Suisse. Cela m'a fait songer qu'il y a quelques années, j'ai trouvé dans notre pays des roches présentant également des stries et des cannelures pseudo-glaciaires. Ce n'est pas la première fois que l'on trouve des roches semblables dans la haute Belgique et je rappellerai qu'en 1885 M. Dewalque signalait des stries glaciaires dans la vallée de l'Amblève (1). On remarque, dit-il, « une petite surface polie qui porte des stries et des cannelures prononcées, presque horizontales, à quelques mètres au-dessus de la rivière », et il les attribue à d'anciens glaciers. Il y a lieu de remarquer cependant que ces stries se présentent sur des roches placées « dans une position

(1) G. Dewalque, *Sur la présence de stries glaciaires dans la vallée de l'Amblève.* (Ann. de la Soc. géol. de Belgique. Liége. 1884-1885, t. XXII (*Bull.*), pp. 157-158.) Voir aussi : X. Stainier, *Stries pseudo-glaciaires observées en Belgique.* (Bull. de la Soc. belge de Géol., de Paléontol. et d'Hydrol. Bruxelles, 1896, t. X, *Pr.-Verb.*, pp. 212-216.)

peu stable », ce qui ne permet de se prononcer à leur sujet qu'avec réserve.

Les roches que je présente à la Société ont été rencontrées par moi au cours du levé géologique de la feuille d'Achène-Leignon, à l'endroit portant le n° 1243 sur la planchette d'Achène au 20,000^e déposée au Service géologique. Ces roches se trouvaient à l'intérieur d'un massif schisteux, et c'est en y cherchant des traces d'organismes que j'ai ramené au jour ces pans de schistes. Il est peut-être utile de faire remarquer que si ces roches avaient été trouvées à la surface du talus, leur présence aurait pu être interprétée comme le résultat d'une action glaciaire, d'autant plus qu'elles ressemblent à s'y méprendre à certaines roches cannelées qui caractérisent les paysages morainiques de la région des Grands Lacs.

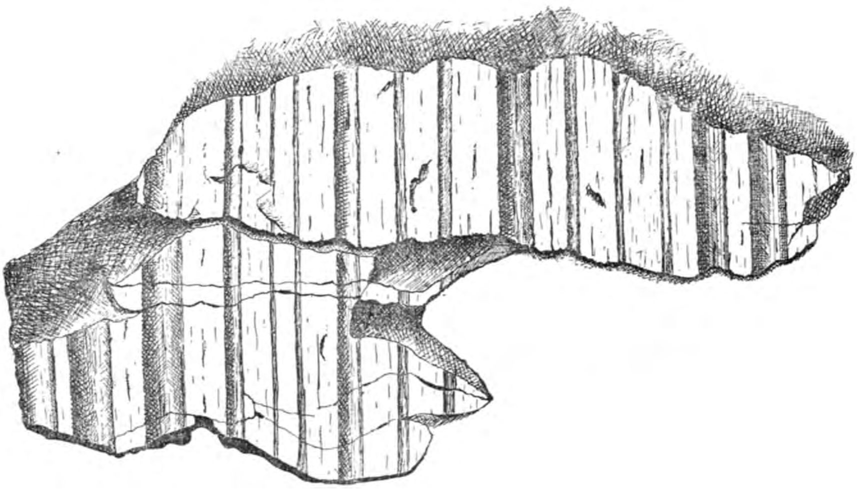


Fig. 1. — Apparence de stries glaciaires donnée a une roche schisteuse par un phénomène de glissement en rapport avec le jeu d'une faille (Condroz).

On ne doit voir dans les stries que je présente ici qu'un phénomène de glissement des schistes, les uns sur les autres, d'autant plus que la surface striée se trouve précisément sur le prolongement d'une faille importante que j'ai suivie sur plusieurs kilomètres et à laquelle j'ai donné le nom de faille d'Haversin. C'est, en effet, au Sud de ce village, ainsi que dans la tranchée voisine du chemin de fer du Luxembourg, qu'elle présente son rejet le plus considérable. Dans une prochaine séance, je dirai quelques mots au sujet de cet important accident géologique et en tirerai des conclusions assez inattendues.

M. G. Schmitz a fait parvenir la note ci-dessous, accompagnée d'une figure :

UN

GLISSEMENT FOSSILE

PAR

G. SCHMITZ, S. J.
Directeur du Musée géologique des Bassins houillers belges.

Ce curieux fossile, qui mesure $0^m,60$ sur $0^m,58$, a été recueilli au charbonnage de La Haye, siège Piron, à 580 mètres de profondeur, au toit de la veine Grande Moisa (n° 6885 de nos collections).

Il présente à sa surface ce qu'on a l'habitude de désigner sous le nom de *surface de glissement*. Tout le monde connaît le poli que ce phénomène donne aux roches, surtout à celles dont le grain est fin. Les schistes houillers offrent souvent dans ce cas l'illusion d'un vrai miroir.

Il se fait — et c'est ce qui rend particulièrement intéressant l'échantillon que nous reproduisons — il se fait que la surface est parsemée en cet endroit d'empreintes annulaires dont les moulages convexes se sont déplacés dans un même sens par rapport aux moulages concaves de ces mêmes anneaux. La direction du déplacement est nettement inscrite sur la roche par les raies qu'ont tracées sur le miroir les grains plus durs de la paroi en mouvement. Cette inscription a été particulièrement accusée par les grains plus résistants contenus dans les empreintes annulaires. Il suffit de donner un coup d'œil à la figure pour y distinguer des cylindres, comme dessinés en perspective par l'empreinte convexe et par l'empreinte concave du même anneau, réunies entre elles comme génératrices du cylindre par la traînée des grains durs.

Nous appelons ces empreintes des « anneaux », parce qu'il nous est impossible de les rapporter à un organisme connu, quel qu'il soit. La diversité des grandeurs, l'irrégularité de disposition, aussi bien que le broyage produit par le glissement, déroutent dans toute tentative d'identification.

Fig. 1. — Surface de glissement d'un schiste du toit de la veine *Grande Moisa*, au charbonnage de La Haye, montrant l'inscription du mouvement subi par la roche.

Une remarque : Il est loin de notre pensée de vouloir prétendre que le déplacement relatif des empreintes réponde à l'inscription du mouvement total qui a donné lieu à la formation du miroir de glissement. Pour produire le poli intense que révèle cette surface, il aurait fallu plus que quelques centimètres de déplacement d'une strate par rapport à l'autre. Nous attirons simplement l'attention de l'observateur sur ce fossile curieux, qui nous lègue l'inscription authentique du déplacement d'une pellicule de roche par rapport à l'autre.

En l'absence de M. *C. Klement,* il est donné lecture de la Note ci-dessous :

OTTO LANG. — **Couches à sels potassiques.** (Traduction et résumé par M. C. Klement.)

C'est à la recherche du sel marin qu'on doit la découverte des gîtes des sels potassiques. C'était même avec une grande déception qu'on constata, à Stassfurt, en 1843, que l'eau salée obtenue par un forage de 581 mètres renfermait, outre le chlorure de sodium, des chlorures de magnésium et de potassium en quantités considérables et qu'elle n'était point utilisable, en conséquence, pour l'industrie saunière. Ce n'est que beaucoup plus tard, par des puits d'extraction commencés vers 1851, qu'on a pu se rendre compte de la constitution de ce gisement célèbre depuis lors. Il se divise en quatre étages ou *régions*. La partie la plus profonde est formée par des couches de sel gemme de 3 à 16 centimètres d'épaisseur alternant avec des couches très minces d'anhydrite (sulfate de chaux anhydre) ayant au plus 7 millimètres d'épaisseur, mais généralement encore beaucoup moins épaisses. Ce sont ces dernières que l'on a comparées, dans les coupes transversales, aux lignes d'accroissement annuelles d'un arbre et dénommées *Jahresringe*. Cette première *région* (la région de l'anhydrite) a une épaisseur totale d'environ 330 mètres. Dans les étages suivants, les couches de sel gemme continuent, mais l'anhydrite est graduellement remplacée par d'autres sels, dont l'épaisseur augmente peu à peu pour atteindre, dans les couches supérieures, jusqu'à 30 centimètres. Ces sels son d'abord la *polyhalite* (sulfate hydraté de chaux, de magnésie et de potasse), ensuite la *kiesérite* (sulfate hydraté de magnésie), et enfin la *carnallite* (chlorure hydraté de magnésium et de potassium). Ces trois étages ont respectivement environ 62, 56 et 42 mètres d'épaisseur. Dans la région supérieure, on rencontre, en outre, toute une série

d'autres sels, généralement très hygroscopiques, tels que la *tachydrite* (chlorure hydraté de calcium et de magnésium), l'*arcanite*, la *syngénite*, la *löweïte*, etc., et dont un certain nombre ont acquis une grande importance pour l'industrie ; ce sont la *boracite* (chloro-borate de magnésie), la *schönite* (sulfate hydraté de magnésie et de potasse), l'*astrakanite* (sulfate hydraté de magnésie et de soude) et surtout la *kaïnite* (chloro-sulfate hydraté de magnésie et de potasse) et la *sylvine* (chlorure de potassium). Ce sont ces sels que l'on désigne communément du nom d'*Abraumsalze* (sels à débarrasser), parce qu'on doit les enlever pour arriver au sel gemme exploitable.

Tout cet ensemble de couches de sels est recouvert par une *argile salifère* de 6 à 10 mètres d'épaisseur, renfermant des sels très solubles, entre autres des sels de lithine et des bromures. De toutes les substances dissoutes dans l'eau de mer, il ne manque, dans le gisement de Stassfurt, que l'iode.

Au-dessus de l'argile, on trouve des couches plus ou moins puissantes d'anhydrite, recouvertes elles-mêmes de gypse. Dans l'anhydrite, on rencontre par-ci par-là des amas souvent très considérables de sel marin, dit *récent*, ne renfermant que peu ou point de veines d'anhydrite ou de polyhalite et généralement sans sels potassiques superposés; par contre, on y trouve de nombreuses inclusions d'argile salifère.

Au-dessus viennent, en stratification concordante, les couches inférieures du grès bigarré. Le gîte salifère lui-même appartient donc au *Zechstein* (Permien).

A peu de chose près, on retrouve la même suite de couches dans les mines voisines de Leopoldshall, appartenant au duché d'Anhalt. Ces deux mines, Stassfurt et Leopoldshall, furent d'abord les seules exploitées. Mais en raison de l'importance que prit bientôt l'industrie des sels potassiques, le nombre des fabriques augmenta rapidement; il monta, de 1861 à 1863, à 13; en 1864, à 18, et de 1871 à 1872 de 28 à 33. Les principales mines étaient alors, outre les deux mines précitées, celles de Douglashall (Westeregeln), Neustassfurt, Aschersleben, Solvay, Ludwig II, etc., situées encore toutes dans le vallon de couches permiennes entre le Harz et Magdebourg, et dont la limite au Sud-Est a été constatée vers Aschersleben et Bernburg. On a suivi ensuite, pour la recherche de sels potassiques, les traces de ce vallon vers le Nord-Ouest, à travers le Brunswick et le Hanovre. Mais, même en dehors de ce vallon, des sondages récents ont démontré la présence de sels potassiques, et il n'y a presque plus de limites, dans toute l'Allemagne du Nord, pour la recherche de ces sels tant désirés.

Le nombre des mines exploitées actuellement (1898) est de douze.

On explique généralement la formation de ces gîtes salifères par l'évaporation d'eaux marines dans des lagunes ou des bassins isolés, conformément aux observations faites dans les *marais salants* ou *salins*, où l'on extrait le sel marin de l'eau de mer par l'évaporation naturelle.

Prenons pour exemple de ce phénomène la Méditerranée, qui, par l'évaporation, perd plus d'eau que ses affluents ne lui en apportent et dont l'eau est, en conséquence, plus chargée de matières salines que l'eau des grands océans. Elle reçoit de l'Atlantique, par le détroit de Gibraltar, un courant superficiel d'eau moins salée, mais elle lui renvoie, par un courant sous-marin, une partie de son excès de sel. Supposons maintenant que, par une cause ou une autre, la communication entre la Méditerranée et l'Atlantique soit supprimée et la première transformée, en conséquence, en bassin isolé. L'eau de ce bassin, en se saturant, déposera d'abord, quand son volume sera réduit environ à moitié, son carbonate de chaux; après une nouvelle réduction de son volume jusqu'au quart environ (24 °/₀ de son volume primitif), le sulfate de chaux commencera à se déposer, et ce dépôt de sulfate continuera jusqu'à la réduction du volume à 11 °/₀. Mais déjà au dernier sixième de sulfate de chaux s'associera le sel marin, dont le dépôt continuera, toujours avec de faibles traces de sulfate, jusqu'à la réduction du volume d'eau à 3 °/₀ ou même à 1.6 °/₀, ces dernières quantités de sel étant complètement exemptes de sulfate.

Comme il est facile à comprendre, il faudra des temps énormes pour effectuer l'évaporation complète de ce grand bassin. Toutes les parties moins profondes, l'Adriatique, par exemple, seront d'abord mises à sec, peut-être même avant d'avoir reçu un dépôt de sulfate de chaux. Il se peut que le dépôt de sel s'effectue dans plusieurs bassins séparés les uns des autres. En tout cas, la masse principale du sel se déposera dans les dépressions les plus profondes.

L'auteur admet qu'il pourrait y avoir dans le bassin de la Méditerranée un amas de sel marin de 600 à 1000 mètres; mais cet amas ne sera point stratifié, comme c'est le cas à Stassfurt. Pour qu'il en soit ainsi, c'est-à-dire pour qu'il y ait des intercalations de bandes d'anhydrite, « Jahresringe », il faudrait que l'évaporation du bassin ait été interrompue de temps en temps par une irruption périodique de nouvelles masses d'eau marine qui, chaque fois concentrée au quart, déposera du sulfate de chaux et commencera ensuite le dépôt du sel marin. Cette irruption d'eau pourrait avoir eu pour cause les alizés par

suite du changement régulier des saisons. Mais, par le même fait de l'apport continu de nouvelles masses d'eau marine, l'eau mère, restée après le dépôt de tant de couches alternantes d'anhydrite et de sel gemme, aura acquis à la longue une composition toute différente de ce qu'elle était au commencement, et c'est probablement pour cette raison que les couches de séparation, après s'être formées un grand nombre de fois par de l'anhydrite, se trouvent constituées dans la suite par la polyhalite.

Enfin, si la barre de séparation se ferme définitivement et ne donne plus accès dans le bassin à de nouvelles quantités d'eau marine, la formation des gîtes salifères arrive dans sa dernière phase, c'est-à-dire à l'évaporation complète de la solution saline restée dans le bassin et à la formation des régions à kiesérite et à carnallite. Mais comment peut-on expliquer alors la stratification de ces deux étages en couches alternantes de sel marin et d'autres sels, puisque nous n'admettons plus de nouvelles venues d'eau marine? Cette stratification s'explique, d'après l'auteur, par un remaniement partiel, par les eaux atmosphériques, des couches superficielles du dépôt salin. L'eau mère ne se sera donc point retirée d'un coup dans les parties les plus profondes du bassin, mais elle aura laissé par-çi par-là des flaques à des niveaux différents, comme c'est le cas, par exemple, pour une cascade artificielle. Dans chacun de ces bassins secondaires, l'évaporation aura continué, mais elle aura été interrompue de temps en temps par des pluies copieuses; le bassin aura débordé, envoyant ainsi aux bassins situés plus bas de nouvelles matières à évaporation. Cette eau de pluie aura attaqué en même temps la surface nue du sel marin déposé antérieurement et parfois même l'anhydrite, permettant ainsi l'intercalation de nouvelles couches de ces sels entre les couches des sels d'eau mère dans les parties les plus profondes du bassin. Les dernières traces de l'eau mère renfermant ces sels ne cristallisant plus à la température donnée, tels que les bromures, les iodures, etc., auront été absorbées enfin par la poussière argileuse déposée au-dessus des couches salines. D'où vient cette poussière?

Par suite de l'évaporation de plus en plus avancée des eaux du bassin, le climat des alentours aura changé peu à peu. Les courants d'eau douce s'y déversant, qui avaient été déjà suffisants pour empêcher l'évaporation complète, auront été à la fin entièrement desséchés, la végétation aura disparu avec eux et toute la région se sera transformée en un désert aride. La formation et le transport par les vents de quantités considérables de poussières n'est, dans ces conditions, que toute naturelle.

La surface de tout cet ensemble de couches salines ne sera ni tout à fait plane ni uniforme partout. Les hauteurs seront couvertes d'anhydrite ou de gypse, les bas-fonds remplis de sels d'eau mère, tandis que la masse principale sera formée de sel gemme. La couverture formée par le manteau argileux ne sera point non plus uniforme, mais interrompue à maints endroits. Les eaux atmosphériques auront continué leur œuvre dans les parties non protégées par l'argile, et leur action s'étant surtout opérée sur du sel marin, il faut donc s'attendre à un remaniement considérable de celui-ci. Nous en retrouvons les traces dans le sel « récent », d'une structure et d'une composition toutes différentes de celles du sel primaire.

L'Assemblée aborde la suite de la **Discussion sur l'appareil spiral de Helicoprion**, *Karpinsky*.

M. le Dr *Van de Wiele* donne d'abord lecture de la note suivante de M. *A. Smith Woodward*, envoyée par l'auteur à la demande de M. *Van den Broeck*, avec l'opinion duquel M. S. Woodward, dans une lettre datée du 22 novembre, se déclarait d'accord pour ce qui concerne la position, non externe, mais buccale interne, de la spire denticulée de *Helicoprion*.

Note sur l'Helicoprion et les Édestides,

par A. Smith Woodward, du *British Museum*.

Le Dr Karpinsky a consacré à *Helicoprion* un beau travail dans lequel il décrit ce fossile d'une façon si complète qu'il paraît tout d'abord difficile d'y ajouter quelque chose de nouveau. L'auteur a démontré, par ses recherches microscopiques, que *Helicoprion* et *Edestus* appartiennent à l'ordre des Élasmobranches.

Il a montré également que les segments qui composent ces ichthyodorulithes ressemblent beaucoup plus à de vraies dents qu'à des épines de la surface cutanée. Les opinions ne peuvent différer qu'au sujet de la position occupée par les spires des segments dentaires sur le corps de l'animal.

La conclusion finale du Dr Karpinsky que *Helicoprion* constituait probablement une arme supportée par la mâchoire supérieure, et se recourbant devant le museau en spirale libre à l'extérieur, me paraît reposer sur des arguments provenant d'une appréciation erronée. Il a constaté un grand nombre de granules qui recouvraient la base des

segments en plusieurs points du fossile et, après examen microscopique, il a admis que ces granules constituaient des accumulations de tubercules dermiques ou « chagrin ». Il s'en déroulait naturellement la conclusion que la spirale était située à l'extérieur du corps et qu'elle était insérée sur celui-ci par son extrémité la plus épaisse.

Cependant le Dr Karpinsky fait observer que ce chagrin ne ressemble à aucune armature dermique d'Élasmobranche dont il ait connaissance (*loc. cit.*, p. 76) ; je pense que sa description et les figures prouvent que les granules en question ne sont pas des éléments dermiques, mais qu'ils sont constitués par les calcifications bien connues que l'on rencontre dans les cartilages des Élasmobranches, et que les paléontologistes confondent souvent avec le chagrin (1). Si cette conclusion est correcte, l'argument en faveur de la situation extérieure de l'ichthyodorulithe perd beaucoup de sa valeur, et une autre hypothèse paraît mériter plus de considération.

Depuis de longues années, on sait que chez un grand nombre d'Élasmobranches carbonifères, les dents obtuses ou aplaties ont une tendance à se fusionner en séries. On les a appelés les *Cochliodontidés*, par suite de la ressemblance de celles-ci avec la forme d'une coquille. Chez ces requins fossiles, le mode de croissance et de remplacement successif des dents paraît avoir été le même que chez les Élasmobranches actuels. Chaque plaque dentaire, représentant une série de dents simples, paraît s'être avancée de l'intérieur vers l'extérieur, sur le cartilage de la mâchoire, recevant continuellement une addition nouvelle sur le bord intérieur, renfermé dans les tissus, pendant toute la durée de la vie. Par contre, la partie extérieure de chaque série ne tombait pas en se dégageant de la cavité buccale, comme cela est le cas pour les Requins existants; celle-ci continuait à s'enrouler et finissait par former une spire chez les individus âgés (2). La spire représente donc la dentition du Requin pendant son développement successif.

L'année dernière, le Dr Traquair a fait observer que l'on peut constater des phénomènes analogues chez les Élasmobranches du Devonien inférieur, qui présentent des dents tranchantes et pointues. Il a trouvé la tête d'un petit Élasmobranche, *Protodus Scoticus*, du *Lower Old Red Sandstone* de Turin Hill, Forfarshire, montrant des

(1) Comparez les figures, textes 53 à 55 de KARPINSKY, avec WILLIAMSON (*Phil. Trans.*, 1851, pl. XXX, fig. 29) et A. FRITSCH (*Fauna der Gaskohle*, Bd II, 1889, S. 101, Fig. 178, 180).

(2) Par exemple *Cochliodus*, vide G. W. DAVIS, *Trans. Royal Dublin Soc.*, vol. I (1883), pl. LII, fig. 4, 5.

spires de dents coniques, recourbées, à deux bords tranchants et confondus à leur base (1). Il a en outre émis l'opinion qu'une petite spire incomplète, formée de dents réunies par la base, provenant du *Lower Old Red Sandstone* de Ledbury et décrite par moi sous le nom de *Onychodus anglicus*, doit être attribuée au même genre de Requins (2).

Fig. 1. — ONYCHODUS ANGLICUS, *A. S. Woodw.* = PRODOTUS, *A. S. W.*

Ce fossile est constitué par une spire de 1 $^1/_2$ tour et est formé par la fusion d'environ quinze dents coniques. Il paraît donc évident que de même qu'il y avait des Élasmobranches carbonifères présentant des séries fusionnées de dents aplaties, il y a eu dans la période devonienne des Élasmobranches avec des séries analogues de dents pointues.

D'après les notions acquises, *Edestus* et *Helicoprion* peuvent le mieux s'interpréter comme des spires de dents provenant d'Élasmobranches carbonifères, extrêmement spécialisés, et dérivant des Élasmobranches de petite taille du Devonien, que nous venons de mentionner.

Il y aurait intérêt à savoir si les cinq spécimens de *Helicoprion Bessonowi* de la carrière située près de Krasnoufimsk ont été trouvés en un seul point, ou s'il y a quelque autre indice de leur association naturelle. Le fait que les spirales présentent une symétrie bilatérale ne prouve pas qu'elles devaient nécessairement se trouver sur la ligne médiane de l'animal, au cas où elles seraient constituées par des séries de vraies dents. Le Dr Garman a montré que chez *Chlamydoselache* actuel, les dents de plusieurs séries de la partie antérieure de la bouche offrent une symétrie bilatérale très remarquable (3). D'un autre côté, l'absence de facettes latérales ou de surfaces de contact entre les séries voisines ne constitue pas une preuve que dans *Helicoprion* la spirale était unique. Plusieurs séries transversales de dents peuvent avoir été séparées par un espace suffisant, comme cela est aussi le cas chez *Chlamydoselache*.

(1) R. H. TRAQUAIR, *Ann. Mag. Nat. Hist.*, 7, vol. I (1898), p. 68, pl. I, fig. 3.

(2) *Catal. Foss. Fishes, Brit. Mus.*, pl. II (1891); pl. XV, fig. 1.

(3) S. GARMAN, *Bull. Mus. Comp. Zoolog. Harvard University*, vol. XII, n° 1, p. 6, pl. II.

La conception d'un Requin gigantesque, présentant à chacune de ses mâchoires plusieurs séries de dents analogues à celles qui ont été décrites sous le nom de *Edestus* et *Helicoprion*, est très hardie; mais il me paraît qu'elle a plus de chance d'être confirmée par les découvertes ultérieures que l'hypothèse ingénieuse du Dr Karpinsky.

M. le Dr *Van de Wiele* lit ensuite des extraits de deux lettres de M. *Ad. Kemna*, qui s'excuse de ne pouvoir assister à la séance :

Dans une première lettre adressée à M. Van den Broeck, qui, dès l'ouverture de la discussion, en novembre dernier, au sujet de l'interprétation à donner de la spire de *Helicoprion*, s'était déclaré partisan convaincu de la thèse d'un organe buccal interne, M. *Kemna* reconnaît qu'au point de vue de l'usage utile possible, la théorie contraire de Karpinsky ne peut guère être considérée comme satisfaisante, tandis que l'utilisation de la spire comme râpe, analogue à la *radula* des mollusques gastropodes, se comprendrait plus aisément. Toutefois, fait observer M. Kemna, si l'on examine la question au point de vue morphologique, on doit constater qu'un tel emplacement pour la spire dentaire serait gêné par la présence de l'hyoïde, par les copulas inférieures des branchies.

M. Kemna est d'avis que l'on reprenne la discussion de cet intéressant problème à la prochaine séance.

Dans une autre correspondance, ayant pris connaissance du travail de M. Karpinsky, M. *Kemna* avoue que l'argumentation du savant russe l'a quelque peu déçu. Étant donné l'importance qu'il convient d'attacher au côté morphologique de la question, il s'attendait à trouver dans les exposés et descriptions de M. Karpinsky l'indication d'une disposition structurale dans la partie basilaire de la spirale rappelant les caractères du rostre de *Pristis*. Il n'en est rien.

L'analogie avec la scie du Requin à rostre en glaive denté ne rencontre donc pas d'appui de ce côté.

M. *Kemna* croit que, de tout l'appareil primitif, seules les dents se sont conservées; toute la partie basilaire ou interne est d'ailleurs de la vaso-dentine. Le fossile décrit par M. Karpinsky ne comprendrait donc *exclusivement* que les dents, et le support nous resterait complètement inconnu!

M. Kemna reconnaît que l'existence, admise par M. Van den Broeck, d'une *série* de spirales semblables n'est nullement impossible, et il n'ose même dire que c'est peu probable, car *Pristis* et *Zygaena* (la Scie

et le Marteau) seraient tout à fait incroyables si, au lieu de les constater comme espèces vivantes, nous avons à les imaginer, ou à en tenter la reconstitution d'après quelques débris fossiles.

Mais un fait à noter est que les pièces décrites par M. Karpinsky sont absolument bilatérales et symétriques; par conséquent, l'hypothèse de leur situation *médiane* paraît devoir s'imposer.

Il serait étrange, ajoute M. Kemna, que ce soient précisément des spirales médianes qui seules seraient venues jusqu'à nous et que jamais, pas plus que chez *Edestus*, on n'ait rien trouvé des séries latérales.

Chez les Requins, les dents, dans une même série dentaire, se touchent par toutes leurs surfaces plates. Chez *Helicoprion* et *Edestus*, la position aurait tourné de 90°. Quand la dentition est hétérodonte, les dents de la symphyse sont d'ordinaire les plus petites.

En faveur de la thèse d'une spire dentaire interne, défendue par M. Van den Broeck à la dernière séance, M. Kemna fait remarquer que M. Karpinsky ne parle pas d'épines dermiques ou autres : il démontre, au contraire, que l'appareil tranchant de *Helicoprion* est constitué par de *vraies dents* et, apprenant que M. Smith Woodward, de son côté, partage les mêmes vues que celles émises par notre collègue précité, M. Kemna, en terminant sa lettre, reconnaît que c'est là un élément sérieux en faveur du bien-fondé de la thèse énoncée par notre Secrétaire général.

M. *A. Dubois*, conservateur au Musée royal d'Histoire naturelle de Bruxelles, qui assiste à la séance, est également partisan du système préconisé par M. Van den Broeck, et prenant exemple dans ce qui se passe chez divers Sélaciens, ainsi que chez les Ophidiens, au sujet des dispositions pratiques de remplacement des dents cassées ou tombées, il trouverait, comme son collègue, très normal et analogue au *rouleau buccal dentaire* de certains Sélaciens, un appareil qui chez *Helicoprion* serait constitué par l'assemblage de plusieurs spires voisines.

M. *G. Simoens*, s'aidant de quelques figures dessinées au tableau, fait sur l'interprétation de la spire denticulée de *Helicoprion* une communication tendant, par des éléments non utilisés jusqu'ici dans la discussion, à défendre la position buccale et interne de cette spirale dentaire.

L'auteur a fait parvenir pour l'impression de son exposé la rédaction ci-contre.

NOTE

SUR

HELICOPRION BESSONOWI (KARPINSKY)

PAR

G. SIMOENS

Membre de la Commission de la Carte géologique du Royaume.

Tout a été dit, semble-t-il, au sujet de *Helicoprion;* toutes les opinions paraissent avoir été émises en vue d'expliquer la nature de l'étrange fossile décrit par le savant géologue russe (planche *C* des *Pr.-Verb.*). Et si je me hasarde à entrer dans ce débat, c'est qu'à mon humble avis l'argument capital, celui qu'il eût fallu tout d'abord invoquer, me paraît être le seul qui n'ait pas été présenté.

Lorsque, dans un cas difficile, comme celui qui nous occupe, on est tenté de s'égarer dans le dédale des conjectures plus ou moins plausibles, il reste souvent un fil qui peut guider le chercheur à travers le long labyrinthe de la biologie des temps passés : c'est la théorie de l'évolution.

Si l'on admet que l'ontogénie est le miroir où se reflètent encore, quoique atténués, les épisodes les plus lointains de l'évolution des espèces, si la phylogenèse s'explique mieux par l'étude de l'embryon, pourquoi ne pas faire de suite appel à l'embryologie, qui, en poursuivant pas à pas l'évolution des tissus, peut nous fournir des renseignements précieux sur l'origine et sur la transformation d'organes identiques au point de vue histologique?

Dès que l'analyse microscopique nous a fait connaître la structure d'un débris quelconque d'un organe fossilisé, il nous suffira souvent de suivre les transformations des tissus homologues que nous présentent les espèces vivantes pour être éclairé sur l'évolution de ce même organe à travers les temps géologiques et nous permettre de classer le fossile plus sûrement. C'est ce que, très rapidement, je vais essayer de faire pour *Helicoprion*.

Des conclusions présentées par M. Karpinsky, il convient surtout de retenir les suivantes :

1° Bien que la structure histologique du fossile engage à placer celui-ci dans le voisinage de la cavité buccale, il n'y a pas lieu de mettre l'appareil spiral dans la bouche d'un Élasmobranche, les caractères extérieurs de *Helicoprion* ne permettant pas une semblable assimilation;

2° Les segments de *Helicoprion* sont des épines cutanées en voie de spécialisation;

3° La symétrie bilatérale du fossile tend à faire placer l'organe spiral dans la partie médiane du corps de l'animal;

4° Les parties non revêtues d'émail que présentent les segments qui constituent le fossile ne s'implantent que très peu dans le tissu qui se trouve à la base de ceux-ci. Il en résulte que l'appareil, pour présenter une certaine résistance, devait être maintenu par des lanières de peau étendues entre les différents segments;

5° On pourrait, dit M. Karpinsky, considérer la spirale de *Helicoprion* comme ayant appartenu à la région caudale d'un Sélacien; il cite comme exemple l'Hippocampe et la Raie;

6° D'après le savant russe, l'appareil se trouvant à la partie antérieure et à l'extérieur du corps de l'animal, la croissance devait se faire de la périphérie de la spire vers le milieu de celle-ci, de telle manière que les dents situées au centre de l'appareil, c'est-à-dire les plus petites, devaient être aussi les plus anciennes et définitivement mises hors d'usage. C'est ainsi qu'au lieu de se dérouler, le système devait, dans l'hypothèse présente, s'enrouler de plus en plus au cours de la vie de l'animal.

De l'examen microscopique auquel s'est livré le savant directeur du Service géologique de Russie, il résulte que les segments constituant l'organe spiral de *Helicoprion* sont composés de vaso-dentine avec canalicules de Havers, sans trace aucune de tissu osseux.

Les segments du fossile en question présentent tous les caractères des dents de squales, au point qu'on pourrait les confondre avec les dents de Carcharodon. Il en découle, comme le constate M. Karpinsky, qu'au point de vue histologique, le fossile devait être placé dans la bouche d'un Élasmobranche; mais les caractères extérieurs que présente l'organe n'ont pas permis au savant russe de persister dans cette opinion.

Rappelons donc ce qu'enseigne l'embryologie quant à l'origine et à l'évolution de ces organes, principalement chez les Sélaciens.

Cet examen sera peut-être de nature à jeter quelque lumière sur le problème qui se pose devant nous.

Tout le monde est d'accord pour admettre que l'organe spiral de *Helicoprion* est composé d'une série de produits de nature épidermique; ils ne peuvent donc être localisés qu'à la surface du corps ou dans la bouche de l'animal qui a fourni l'organe enroulé. Nous examinerons par conséquent les trois hypothèses possibles présentées par M. Karpinsky :

1° L'organe spiral constituait en partie l'appendice caudal d'un Sélacien, à l'exemple de la queue enroulée de *Hippocampus;*

2° La spire était localisée à la partie antérieure et à l'extérieur du corps de l'animal; elle constituait un organe d'attaque, à l'exemple de *Pristis;*

3° Elle faisait partie de l'appareil dentaire d'un Élasmobranche.

Il nous suffira de nous rappeler que les produits dermiques et épidermiques naissent dans l'embryon des Sélaciens et des autres cœlomates aux dépens du premier feuillet blastodermique; que, plus tard, à l'époque de la transformation de la bouche, on remarque à l'emplacement futur de celle-ci une légère invagination de l'ectoderme, qui va s'accentuant et qui finit par communiquer avec la partie antérieure du tube digestif pour former l'orifice buccal. Il en résulte que les parois de la bouche sont tapissées par des téguments d'origine ectodermique, et que, dès lors, les produits qui naîtront aux dépens de ces tissus devront, au point de vue morphologique, être comparés aux produits épidermiques de la surface du corps. C'est ainsi que les dents des Sélaciens sont, tant par leur origine que par leur structure propre, de véritables écailles placoïdes semblables à celles qui couvrent le corps des Plagiostomes (fig. 1).

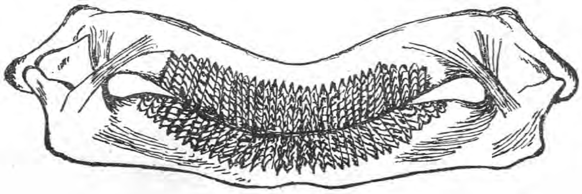


Fig. 1. — Machoires de *Raja clavata* garnies d'écailles placoïdes spécialisées.

Les segments de *Helicoprion* doivent donc, quelle que soit du reste leur position dans le corps de l'animal, être assimilés aux écailles placoïdes des Sélaciens.

Une écaille qui se développe tend à présenter une position couchée dans le sens antéro-postérieur.

Cette disposition est principalement déterminée par ces deux facteurs : la croissance et le mouvement de propulsion de l'animal.

L'écaille doit donc présenter une face inférieure et une face supérieure; la première sera souvent plane ou concave, la seconde sera plutôt convexe et présentera une plus grande surface de développement.

Si une écaille ainsi couchée vient à se redresser, par suite d'une adaptation nouvelle, à un certain moment de l'évolution de l'espèce, en vertu du principe d'hérédité, il faudra que cette écaille se redresse à la phase déterminée de la vie de l'individu correspondant au moment où la transformation s'est opérée pendant l'évolution phylogénétique. Par conséquent, comme l'écaille redressée a débuté pendant la vie de l'espèce par une position plus ou moins couchée, le même organe redressé procédera, chez l'individu, d'un organe couché.

Cette position primitive se retrouvera donc soit dans l'organe adulte lui-même, si cette phase de l'évolution n'est pas trop éloignée du moment représenté par la vie de l'individu considéré, soit dans le développement embryonnaire, si cette transformation a eu lieu à une époque plus lointaine. Mais si nous parvenons à suivre sur un même individu la transformation de l'organe, si celui-ci passe insensiblement de la position couchée à la position redressée, nous y verrons la preuve que cette transformation s'est opérée aussi chez l'espèce à une époque correspondante, et elle nous permettra d'assimiler, au point de vue morphologique, les organes redressés aux organes voisins qui présentent encore aujourd'hui, par suite d'une adaptation moins spéciale, une position couchée.

Le fossile (pl. *C*) est composé d'une série de segments ayant la forme de dents; ces dents présentent la symétrie bilatérale et sont disposées le long et à l'extérieur d'une spire, les dents les plus petites se trouvant logées à l'intérieur de l'organe enroulé.

La majeure partie de la dent se développe dans la direction du rayon de courbure de l'appareil; seulement, à partir d'un certain point, cette direction change brusquement et la racine de la dent suit alors de plus en plus la direction de la spire.

Considérée dans son ensemble, la racine de la dent est donc couchée et se développe vers l'extérieur de la spire, c'est-à-dire dans le sens du déroulement jusqu'au moment où cette racine change de direction en se redressant rapidement pour constituer la dent proprement dite.

Examinons maintenant la première des trois hypothèses mentionnées plus haut et proposées par M. Karpinsky.

Première hypothèse. — L'appareil spiral se rattache à l'appendice caudal d'un Élasmobranche, à l'exemple de la queue de *Hippocampus*.

Nous avons remarqué que les écailles doivent fatalement se développer dans le sens antéro-postérieur; il en résulte que la racine des segments de *Helicoprion* devrait, dans ce cas, présenter une position dans le même sens, ce qui n'est pas.

Dans l'hypothèse considérée, les écailles de la région caudale présenteraient l'aspect indiqué par la figure 2.

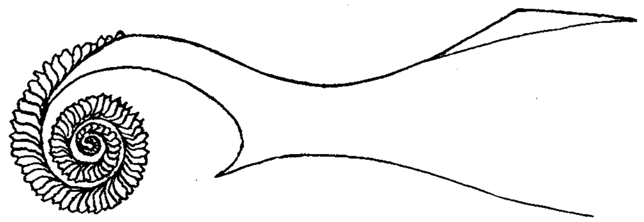


Fig. 2. — Schéma montrant la disposition postéro-antérieure dans l'hypothèse d'un organe caudal.

Loin de présenter une direction antéro-postérieure, les racines des écailles constituant l'appendice caudal se dirigeraient dans un sens postéro-antérieur, c'est-à-dire diamétralement opposé à ce qu'elles devraient être si elles n'étaient que des écailles placoïdes caudales plus spécialisées. D'autre part, la structure histologique des segments de *Helicoprion* ramène fatalement l'organe vers la région buccale et ne permet pas d'admettre l'hypothèse d'un organe caudal enroulé.

Deuxième hypothèse. — La spire constituait un organe d'attaque comme chez *Pristis* et se trouvait localisée à la partie antérieure et à l'extérieur du corps de l'animal.

Si l'organe enroulé, au lieu d'être un appareil caudal comme dans l'hypothèse précédente, constituait au contraire un prolongement antérieur recouvert d'écailles placoïdes, redressées en vue de constituer un organe d'attaque, les différents segments constituant celui-ci n'en devraient pas moins déceler leur origine première en montrant un développement initial antéro-postérieur opposé au mouvement de propulsion de l'animal.

Dans l'hypothèse présentée et figurée par M. Karpinsky (fig. 3), l'organe aurait dû se développer aux dépens des téguments de la partie supérieure de l'orifice buccal. Cet organe, comme nous l'avons vu, devait être peu développé au début de son évolution soit ontogénétique, soit phylogénétique; il ne devait même présenter à ce moment qu'un seul segment, celui constituant le centre même de la spire qui

nous est connue; le contraire, en effet, ne serait pas possible dans l'hypothèse que nous examinons, attendu que pour M. Karpinsky la plus petite dent, celle du centre de la spire ou la plus éloignée, est aussi la plus ancienne, constituant l'origine première de l'appareil.

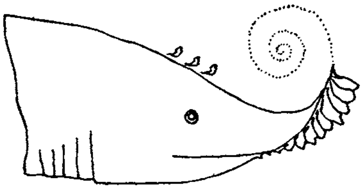


Fig. 3. — Disposition de l'appareil spiral, d'après M. Karpinsky, montrant la position postéro-antérieure après redressement des tissus invaginés.

Il est à remarquer que toutes les dents, depuis la plus petite jusqu'à la plus développée, présentent la même disposition; la dernière dent, c'est-à-dire la plus grande et la plus rapprochée de l'orifice buccal, présente donc une position semblable à celle que devait occuper la première dent au début du développement de la spire. Il devient dès lors évident que cette première écaille placoïde spécialisée indiquant le début de la spire devrait, dans l'hypothèse actuelle, présenter à son origine une direction antéro-postérieure au cas où par la pensée on viendrait à redresser le tissu ectodermique invaginé. Or, c'est précisément le contraire qui a lieu. En conséquence, il ne me paraît pas possible d'accepter cette deuxième hypothèse d'un organe d'attaque localisé à la partie antérieure et à l'extérieur de l'animal.

Troisième hypothèse. — Le fossile enroulé faisait partie de l'appareil dentaire d'un Sélacien. Nous avons vu précédemment que, notamment chez les Sélaciens, l'ectoderme donne naissance aux téguments, et, d'autre part, l'endoderme engendre l'entéron; cependant, au début de l'évolution ontogénétique, celui-ci ne communique pas avec le milieu ambiant (fig. 4).

Fig. 4. — Schéma montrant la formation de la bouche chez un embryon par suite d'une involution du premier feuillet blastodermique.

Bientôt l'ectoderme présente aux parties antérieures et postérieures de l'embryon une invagination qui va s'accentuant de plus en plus et

qui finit par se rencontrer avec l'entéron pour former le tube digestif.

Il résulte de ce fait que la partie antérieure du tube digestif, c'est-à-dire la bouche avec ses parties profondes, est tapissée par des tissus ectodermiques et qui donneront naissance à des produits épidermiques homologues à ceux de la peau, mais avec cette différence que dans la bouche ils seront retournés.

C'est ainsi, par exemple (fig. 5), qu'une dent de Lamna ou de Carcharodon présente une face bombée et une face plane; la première représente la partie supérieure, la seconde la partie inférieure d'une écaille placoïde. C'est pourquoi cette dent, placée verticalement dans la bouche d'un Sélacien, présente sa plus grande surface ou sa partie bombée vers le tube digestif et sa partie plane ou concave vers l'extérieur de la bouche. Il suffit, pour ramener cette dent à sa position originaire, de faire exécuter à son axe, dans la direction de l'orifice buccal, une rotation d'environ 270°.

La partie concave ou plane de la dent dirigée vers l'extérieur de la bouche s'appliquera sur les téguments de l'animal et la partie bombée de la dent, qui dans la position droite regardait le tube digestif, constituera à la suite de cette rotation la partie supérieure d'une écaille placoïde.

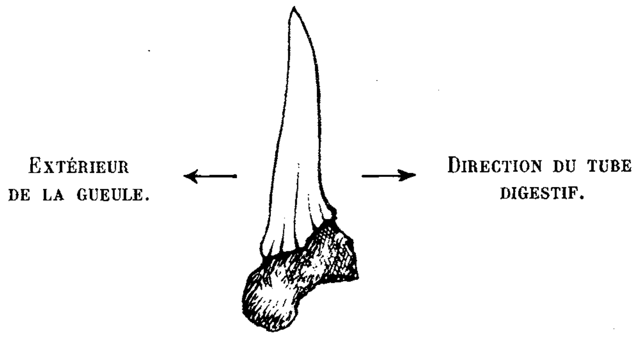


Fig. 5.

Il est à remarquer que les segments de *Helicoprion*, malgré leur symétrie bilatérale, présentent une disposition identique rappelant leur origine première. Il suffit de rétablir l'axe de la dent proprement dite constituant l'un des segments de *Helicoprion* dans la direction de sa racine, pour remarquer de suite que la partie bombée de la dent représente la partie supérieure d'une écaille spécialisée.

Mais voyons d'abord la position que devait occuper l'appareil dans la bouche du Sélacien. Comme l'organe spiral doit appartenir à la partie invaginée des téguments, il devient évident que le centre de la

spire doit représenter aussi la partie la plus profonde de la région invaginée au moment où le fond de celle-ci s'est sectionné pour permettre la formation de l'entéropore. Les lambeaux du tissu ectodermique ont dû s'écarter de l'entéropore, le cas contraire n'étant pas possible pour des raisons fournies par la théorie de l'évolution et sur lesquelles il serait trop long de s'appesantir.

Il en résulte que les spires ne sauraient trouver place dans la bouche d'un Élasmobranche qu'en s'écartant de plus en plus de l'axe du tube digestif, de telle manière que ces organes, placés vraisemblablement aux deux mâchoires, devaient s'écarter en s'enroulant et au contraire se rapprocher en se déroulant, c'est-à-dire en se dirigeant vers l'orifice buccal.

Étant donnée cette disposition des spires dans la bouche du Sélacien, les segments qui constituent l'appareil enroulé présentent-ils une disposition reflétant leur évolution et rappelant nettement leur origine épidermique? Il suffira encore ici de faire exécuter à l'axe de l'une des dents constituant l'appareil spiral une rotation d'un certain nombre de degrés, ou de redresser par la pensée le tissu ectodermique invaginé pour remarquer de suite que, dans l'hypothèse actuelle, les racines des segments présentent une direction antéro-postérieure montrant bien le cas d'écailles placoïdes retournées, puis redressées et spécialisées en vue d'une adaptation nouvelle, à la suite d'une involution du tissu qui leur a donné naissance (fig. 6).

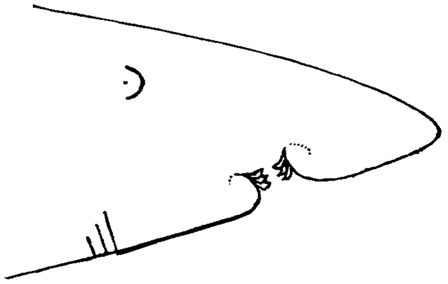


Fig. 6. — Schéma montrant les segments de Helicoprion rappelant une disposition antéro-postérieure avant l'involution des tissus.

Dans sa note, M. *A. Smith Woodward* semble admettre que la spire ou les spires devaient sortir de la gueule du Sélacien et constituer ainsi une série d'appendices inutiles et représentant les anciennes dents. Le savant naturaliste du British Museum écrit en effet : « La partie extérieure de chaque série ne tombait pas en se dégageant de la cavité buccale, comme cela est le cas pour les Requins existants; celle-ci con-

tinuait à s'enrouler et finissait par former une spire chez les individus âgés. La spire représente donc la dentition du Requin pendant son développement successif. » D'après cette hypothèse, absolument comme dans celle admise par M. Karpinsky, les spires devraient se trouver à l'extérieur de la bouche, et les dents du centre de la spire devraient représenter les plus anciennes et mises hors d'usage depuis longtemps. Outre qu'elles ne présentent cependant aucune trace d'usure, comme l'a fait remarquer M. Van den Broeck, on peut objecter à la manière de voir de M. A. Smith Woodward tous les arguments que j'ai fait valoir plus haut à l'encontre de l'hypothèse de M. Karpinsky. La seule différence — outre la question de position buccale — qui existe entre ces deux hypothèses, c'est que dans celle du savant géologue russe l'organe enroulé devait constituer un organe d'attaque, donc utile, tandis que d'après le savant naturaliste anglais, les spires ne devaient constituer que des résidus organiques sans utilité. Or, aucune de ces deux hypothèses ne me paraît être d'accord avec la théorie de l'involution des tissus blastodermiques. Je pense donc, contrairement à l'opinion de M. A. Smith Woodward, et d'accord avec M. Van den Broeck, que la spire représente non pas la dentition *passée*, mais la dentition *future* de l'animal.

Conclusion.

Connaissant la structure histologique des segments de *Helicoprion* et étant donnée l'histoire évolutive de ces organes ou de leurs homologues, il n'est pas possible de placer le fossile décrit par M. Karpinsky ailleurs que dans la bouche d'un Élasmobranche.

Annexe a la discussion soulevée au sujet de Helicoprion.

(*Note ajoutée pendant l'impression.*)

Les communications faites relativement à *Helicoprion*, au cours des séances du 21 novembre et du 19 décembre 1899, ont montré le vif intérêt que présente la solution du captivant problème offert par l'interprétation de ce curieux fossile.

Entre l'époque où ont été faits ces exposés et la date de publication des *Procès-Verbaux* des séances précitées, il s'est écoulé un temps fâcheusement considérable, qui n'a pas permis, malheureusement, à ceux de nos collègues qui ont pris part à la discussion, de faire connaître au monde savant leur manière de voir, sensiblement différente

de celle de M. Karpinsky. Successivement, M. *Van den Broeck*, dès novembre, et MM. *Smith Woodward* et *G. Simoens*, en décembre 1899, ont défendu, à nos séances, la thèse d'une situation interne et buccale de l'organe spiralé denté de *Helicoprion*.

Le sujet, dans l'intervalle, a été traité magistralement et d'une manière synthétique, grâce à l'obtention de documents nouveaux, par M. le Dr *C. R. Eastman* (1), et comme le débat, donnant raison aux trois confrères précités, peut être considéré comme clôturé en ce qui concerne la signification et la position interne buccale de la spire de *Helicoprion*, il était intéressant d'avoir ici, grâce précisément au retard de la publication du présent dernier fascicule de 1899, la synthèse de la question mise à l'ordre du jour par la présentation du mémoire de M. Karpinsky.

M. le Dr *Van de Wiele* a bien voulu nous adresser comme *annexe* au Procès-Verbal de la séance le résumé suivant, clôturant la discussion.

Aperçu sur les vestiges fossiles d'Édestidés et le nouveau genre Helicoprion, *A. Karpinsky*, par le Dr C. Van de Wiele.

Depuis longtemps, les géologues américains avaient signalé dans les dépôts carbonifères des États-Unis des fossiles rappelant les dents du Requin, pour lesquels on avait créé le genre *Edestus*. On y a rangé successivement *Edestus minor*, Newberry, *Edestus vorax*, Leidy, *Edestus Heinrichsi*, Newberry et Worthen. Trautschold a trouvé aux environs de Moscou des fossiles de même nature, auxquels il a donné le nom d'*Edestus protopirata*. Henry Woodward décrit *Edestus Davisii* du Carbonifère d'Australie. Enfin, Newberry décrit une nouvelle espèce d'Amérique, *Edestus giganteus*, et Bashford Dean clôture pour le moment la liste par *Edestus Lecontei* (2).

On avait d'abord considéré ces fossiles comme provenant d'organes analogues aux épines des poissons actuels. Cependant cette interprétation a dû céder le pas à celle qui leur attribue une nature dentaire. Toutes les dents d'*Edestus* présentent une couronne parfaitement semblable à celles des dents des Requins actuels.

(1) C. R. Eastman, *Campyloprion, a new form of Edestus-like Dentition in Sharks* (Geol. Mag., N. S.; Doc. IV, vol. IX, n° 4, April, 1902, pp. 148-152, pl. VIII). — *Some carboniferous Cestraciont and Acanthodian Sharks* (Bull. Mus. Compar. Zoolog., Harvard College; vol. XXXIX, n° 3, pp. 55-99, pl. I-VII).

(2) Bashford Dean. *On a new species of Edestus* : E. Lecomtei, *from Nevada*. (Trans. N. Y. Acad of Sc., vol. XVI, janv. 1897, p. 61, pl. II, and V.)

Il n'y a de différence que pour la base ou racine; souvent les dents sont réunies à plusieurs dans un seul fossile, et alors les racines s'enchâssent les unes dans les autres comme une série de gouttières; celles-ci sont plus ou moins courbées, selon le genre.

Cet intéressant problème paléontologique, déjà très difficile à déchiffrer, est devenu encore plus compliqué par la découverte de fossiles analogues dans le Permo-carbonifère de Moscou.

M. Karpinsky leur a donné le nom de *Helicoprion*, à cause de la disposition des dents, laquelle affecte la forme d'une scie en spirale. Il compare *Helicoprion* à *Edestus*, et les réunit sous le nom d'Édestidés. Il donne ensuite une étude complète et minutieuse du nouveau genre *Helicoprion*.

Les conclusions auxquelles il arrive sont les suivantes :

Les Édestidés sont des Élasmobranches. La spirale de *Helicoprion* et l'organe correspondant d'*Edestus* s'insèrent dans les parties molles et font corps avec le support. Ils occupent le plan médian du corps du poisson; enfin, ils étaient situés pour la plus grande partie à l'extérieur du corps.

Lors de l'analyse, faite à notre séance de novembre dernier, du mémoire de M. Karpinsky, notre collègue, M. Van den Broeck, avait déclaré ne pouvoir concevoir la spirale dentée de *Helicoprion* que comme un élément isolé d'un organe interne, strictement buccal.

M. A. Smith Woodward, d'accord avec lui et discutant les conclusions de M. Karpinsky, combat la dernière de celles-ci qui repose, selon lui, sur une erreur anatomique.

Le savant russe avait découvert sur la partie latérale des spires, non couverte d'émail, des corpuscules qu'il avait pris pour des restes de *peau de chagrin*, d'où il avait conclu que ces parties avaient été couvertes par la peau du requin.

M. Smith Woodward fait observer que ces corpuscules ressemblent beaucoup plus à du cartilage, ce qui fait croire que les spires étaient insérées dans la partie cartilagineuse d'une mâchoire.

En outre, on connaît depuis longtemps des Élasmobranches carbonifères dont les dents sont fusionnées; il cite, entre autres, les Cochliodontidés; mais ces Requins ont les dents en forme de plaques. M. Traquair a signalé des Requins devoniens, dont les dents coniques, recourbées, aiguës, à double tranchant, se confondent par la base. M. Woodward va même jusqu'à admettre, comme le pensait aussi M. Van den Broeck, qu'il peut y avoir eu des Requins dont la cavité buccale renfermait plusieurs spires dentaires.

M. Th. Fuchs arrive aux mêmes conclusions et reproduit des dessins de dents de Requin, entre autres de *Periplectrodus Warreni*, d'après Worthen, qui représente en petit la disposition de *Helicoprion*.

Le Dr C. R. Eastman, tout récemment (1), signala de nouveaux fossiles appartenant aux Édestidés et qu'il a retrouvés dans les Musées des États du Nébraska et du Kansas.

Il les décrit sous le nom de *Campodus*, un genre créé par De Koninck pour des fossiles provenant du Calcaire carbonifère de Belgique. M. Lohest, dans un travail consacré à un échantillon de *Campodus* trouvé à Chokier, fait ressortir l'analogie qui existe entre le *Cestracion* d'Australie et *Campodus*. M. Eastman se rallie à cette opinion, et il démontre en plus que l'échantillon de *Campodus variabilis* qui se trouve au Musée de Zoologie comparée, à Harvard College, présente, outre les dents latérales, des dents médianes, qu'il appelle symphysiales, qui, au lieu d'être caduques comme chez *Cestracion*, sont permanentes et d'un volume beaucoup plus considérable que les séries de dents latérales, au point de rappeler les dents fusionnées en courbe plus ou moins prononcée d'*Edestus*, d'où, par la suite de l'évolution, proviendra plus tard la spire de *Helicoprion*.

Il admet, avec A. Smith Woodward, que l'organe dentaire se trouvait à l'intérieur de la bouche, probablement inséré sur la mâchoire inférieure. Ses spécimens lui fournissent plusieurs arguments importants en faveur de la position intrabuccale. Il croit aussi pouvoir affirmer qu'à l'organe dentaire inférieur de *Campodus* correspondaient deux organes dentaires supérieurs analogues, de sorte que l'animal vivant aurait disposé d'un appareil de section des plus perfectionnés. Enfin, l'auteur crée un nouveau genre de requins Cestraciontidés, celui de *Campyloprion*, où il réunit quelques fossiles jusqu'ici décrits sous le nom d'*Edestus : Ed. Davisii* et *Ed. Lecontei*, et il donne comme type du genre *Campyloprion annectans*, qui se trouve au Musée de Zoologie comparée de Harvard College. Dans ce nouveau genre, les dents symphysiales sont devenues plus nombreuses, leur couronne est plus haute et elles sont comprimées latéralement. La réunion des dents constitue une courbe beaucoup plus accentuée que dans *Campodus* et *Edestus*. Elles ne sont pas, comme dans ce dernier genre, enchâssées les unes dans les autres, mais les bases dentaires sont réunies en un organe unique traversé dans toute sa longueur par un canal vasculaire, tout comme dans *Helicoprion*.

(1) *Loc. cit.*, voir p. 244.

Ce dernier genre se distingue à son tour de *Campyloprion* par un nombre de dents plus considérable encore (150), analogues comme forme à celles du genre précédent, mais réunies en plusieurs tours de spire. La surface extérieure de la partie basilaire de l'organe dentaire symphysial de *Helicoprion* se distingue par deux sillons longitudinaux qui suivent les tours de spire. Cette particularité ne s'observe pas chez *Campyloprion*.

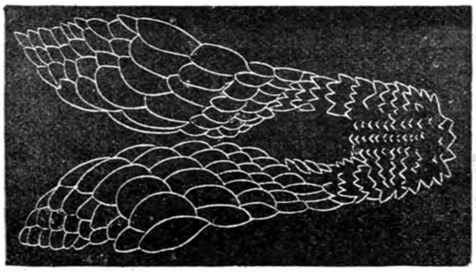


Fig. 1. — Disposition des dents de la machoire supérieure de Cestracion Philippi.

En résumé donc, les quatre genres signalés par le Dr Eastman, *Campodus*, *Edestus*, *Campyloprion*, *Helicoprion*, constituent une série d'évolution organique, du moins au point de vue de la dentition symphysiale; les dents médianes, devenant plus nombreuses, se transforment peu à peu en organes de section, et par suite de leur conservation indéfinie, contrairement à ce qui arrive chez les Requins actuels, elles finissent par s'enrouler en spirale à l'intérieur de la cavité buccale de l'animal. Il convient d'ajouter que l'hypothèse de A. Smith Woodward et du Dr C. A. Eastman, de la coexistence de plusieurs spirales dentaires sur les mâchoires des Cestracionidés paléozoïques (1), constituant, par leur rapprochement, un appareil de section parfait, donne une idée satisfaisante du rôle de cet organe si compliqué au premier aspect. Une figure, d'après R. Owen, de la mâchoire supérieure du *Cestracion Philippi*, de Port Jackson, que M. Lohest reproduit dans son travail (voir fig. 1 ci-dessus), montre trois séries parallèles de dents symphysiales, exposant ainsi, sur une échelle très réduite, la disposition que l'on suppose avoir existé dans les quatre genres permo-carbonifères.

(1) Il convient de faire remarquer que, dès la séance de novembre 1899, de la Société belge de Géologie, cette hypothèse de la pluralité des spires dentées de *Helicoprion* avait déjà été émise par M. *Van den Broeck*, et qu'à la séance suivante de décembre, elle a été appuyée par MM. *A. Dubois* et *G. Simoens*, et considérée comme probablement fondée par M. *Ad. Kemna*.

ANNEXE A LA SÉANCE DU 19 DÉCEMBRE 1899

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE

ORTMANN. — **The fauna of the Magellanian beds of Punta Arenas** (**Chile**). (*The American Journal of Science*, vol. VII, déc. 1899.)

Les *Magellanian beds* sont des couches tertiaires décrites par J.-B. Hatcher, près de Punta Arenas. Ces couches démontrent la position géologique de la houille de Punta Arenas entre les couches Magellan et celles dites Patagoniques. Les fossiles des *Magellanian beds* sont : *Ostrea torresi*, *Cardita elegantoides*, *Venus difficilis*, *Venus arenosa*, *Cytherea* (?) *pseudocrassa*, *Dosinia complanata*, *Glycimeris ibari*, *Glyc. substratica*, *Lutraria undatoides*, *Patella pygmea*, *Trochus Philippii*, *Turritella exigua*, *Trochita Merriami*, *Natica chiloensis*, *Struthiolaria Hatcheri*, *Actœon chilensis*, *Bulla Remondi*. Hatcher a reconnu que les *Patagonian beds* et les *Suprapatagonian beds* ne sont que des facies différents. (Voir même recueil, décembre 1898.) V. D. W.

DE LA VALLÉE POUSSIN et RENARD. — **Notice sommaire sur la porphyrite de Quenast**. (*Soc. géol. du Nord*, 3e livr., oct. 1899.)

Un premier travail sur le même sujet fut présenté, il y a à peu près vingt-cinq ans, à l'Académie royale de Belgique. Les auteurs désignaient alors la roche sous le nom de diorite; ils l'appellent aujourd'hui porphyrite. Malgré l'application des méthodes d'analyse nouvelles, dix formations anciennes qui enchâssent les roches silicatées, les roches feldspathiques de Belgique, gardent encore à leurs yeux ce qu'ils appelaient autrefois leur privilège d'obscurité.

Les porphyres de Quenast ont un affleurement, de contour ovoïde, d'environ 80 hectares. Une portion du massif cristallin est recouverte par les argiles sableuses ypresiennes, dont la base oscille vers la cote 85. Les masses cristallines constituaient, à l'époque ypresienne, une protubérance irrégulière dépassant de 20 mètres le fond de la mer voisine.

A l'œil nu, la roche apparaît à la fois porphyrique et grenue. Les spécimens extraits des parties les moins altérées nous fournissent : 1° du quartz; 2° des feldspaths; 3° des minéraux grenus, fibreux ou pailletés, noirs ou vert noirâtre.

I. Les grains de quartz dépassent rarement 3 millimètres.

II. Les feldspaths sont représentés surtout par des plagioclases. Les unes sont limpides, mais beaucoup aussi sont décomposées en matières kaolineuses. Parfois il y a développement d'épidote ou de chlorite. Quant aux feldspaths beaucoup plus petits qui sont disséminés dans la pâte granulitique, ils sont postérieurs à la formation des cristaux plus gros, et ils doivent s'être développés vers le moment où la masse s'est solidifiée.

III. Les minéraux de couleur foncée comprennent : *a*) des lamelles de mica noir; *b*) un minéral d'un brun noirâtre ou verdâtre, que, d'après la forme, il faut considérer comme un bisilicate appartenant originairement aux pyroxènes; *c*) la hornblende, qui est rare; *d*) la magnétite et l'ilménite. D'après sa description lithologique, la roche de Quenast serait à grouper très près des porphyrites grises andésitiques et, en outre, elle renferme un très grand nombre d'inclusions de fragments hétérogènes.

Les entailles profondes des carrières de Quenast ont mis à jour un grand nombre de joints ou cassures naturelles, qui découpent les porphyrites en fragments plus ou moins parallélipipédiques, facilitant l'exploitation de la roche. Parmi ces cisages, il en est qui dépendent du retrait produit par la consolidation de la roche, d'autres constituent des systèmes qui se coupent entre eux. Abstraction faite des irrégularités locales, il y a une constance relative des directions, les rattachant évidemment à une cause physique ayant agi dans un même sens sur l'ensemble de la masse éruptive. La direction du système principal s'accorde plutôt avec celles des couches siluriennes situées au Nord et à l'Ouest du massif éruptif. Les rapports immédiats des porphyres et des schistes siluriens qui les entourent nous échappent presque complètement. V. D. W.

J.-M. Péroche. — **Des marées et de leur action érosive sur nos côtes.** (*Soc. géol. du Nord*, 3e livr., oct. 1899.)

L'action des marées se produit surtout aux resserrements dont la Manche fournit un bon exemple. Le sol constitué par des dépôts calcaires se laisse facilement attaquer. Les marées sont surtout très hautes au moment des équinoxes. La précession de l'axe terrestre amène les équinoxes à coïncider avec l'aphélie, d'où accroissement des marées, et nous obtenons un maximum d'intensité si l'on fait intervenir l'augmentation de l'excentricité terrestre et l'excentricité lunaire. L'auteur pense que c'est l'excentricité d'il y a 210,000 ans qui a le plus agi du côté de la mer du Nord pour produire le creusement du Pas-de-Calais. V. d. W.

J. Gosselet. — **Sur le tun aux environs de Lille.** (*Soc. géol. du Nord*, 3e livr., oct. 1899.)

Le *tun* est une roche dure, formée par une agrégation de nodules de chaux empâtés dans de la craie plus ou moins glauconieuse. Aux environs de Lille, les puits vont jusqu'à la base du tun. Celui-ci s'étend au Sud de Lille jusqu'aux environs de Carvin et de Lens, où il est désigné sous le nom de *meule*, et au Nord jusqu'à la Madeleine et Marcq-en-Barœul. M. Leriche y signale le *Sonneratia perampla* (Turonien) et considère le tun comme le résultat d'un remaniement qui s'est effectué à la fin de l'époque turonienne. V. d. W.

E. Bertrand. — **Nodules du calcaire carbonifère de Hardinghem.** (*The Colliery Guardian*, 24 nov. 1899.)

Signalant les nodules des formations carbonifères de Hardinghem, constitués par des plaques de calcaire noir, entourées d'une croûte de charbon. M. le professeur *Bertrand* les considère comme provenant du liège de *Lepidodendron aculeatum*, d'abord réduit à l'état gélatineux. Ces plaques fournissent un exemple remarquable de la fossilisation d'une gelée organique qui a gardé sa forme et son volume primitifs. En outre, la structure interne organique a disparu.

V. d. W.

J. KERSTEN et H. BOGAERT. — **Étude sur le gisement inférieur de la veine Désirée.** (*Annales des Mines de Belgique*, 1899.)

Une étude pratique sur la synonymie probable des différentes couches houillères du bassin de Liége, et conclusions tendant à de nouveaux sondages pour découvrir de nouvelles couches situées sous la couche Désirée du Bois d'Avry. Les données fournies par ce sondage pourraient aussi s'appliquer à la région houillère de Charleroi. Les auteurs tendent à comparer à la couche Désirée, la couche Léopold, qui est jusqu'ici considérée comme la dernière veine exploitable.

V. D. W.

NOTES ET INFORMATIONS DIVERSES

Inauguration, à Louvain, du Musée géologique des Bassins houillers belges.

Le mardi 26 septembre 1899 a eu lieu, à Louvain, l'inauguration officielle des nouvelles installations du Musée géologique des Bassins houillers belges, qui précédemment était établi à Namur.

De nombreux représentants d'Institutions et de Sociétés savantes assistaient à cette cérémonie, qui devait être présidée par les Ministres de l'Intérieur et de l'Instruction publique et de l'Industrie et du Travail, retenus à Bruxelles par une importante séance de la Chambre des Représentants; les Ministres s'étaient fait représenter, le premier par M. Sauveur, secrétaire général du Département de l'Intérieur, le second par M. Ém. Harzé, directeur général des Mines.

Comme la *Société belge de Géologie* aura l'occasion d'être bientôt appelée à visiter en détail le nouveau Musée et ses collections, nous n'en ferons pas la description ici, et nous nous bornerons à résumer les discours prononcés par M. le chanoine de Dorlodot et par le R. P. G. Schmitz, discours qui, d'ailleurs, par leur réunion, mettront les lecteurs du *Bulletin* au courant des origines et du but de cette nouvelle et intéressante institution scientifique.

M. le chanoine *de Dorlodot*, professeur à l'Université de Louvain, prend le premier la parole. Il commence par remercier MM. les ingénieurs du Corps des mines, les ingénieurs et directeurs de charbonnages et les membres des corps enseignants de leur présence à cette fête de la famille houillère. Il prie MM. Harzé et Sauveur de remettre l'expression de sa gratitude à MM. les Ministres de Trooz et Liebaert pour le haut témoignage de sympathie qu'ils ont bien voulu donner au Musée houiller. Il laisse au P. Schmitz le soin d'exposer le but de l'œuvre scientifique qu'il a entreprise et se bornera à définir ce qu'on pourrait appeler la *situation juridique* du Musée.

Après avoir rappelé l'intérêt qu'il a montré à l'œuvre dès ses débuts, il dit com-

ment il fut amené à proposer au P. Schmitz de transporter de Namur à Louvain les collections du Musée houiller et de les installer dans un local qu'il ferait construire à cette intention.

Le but de son intervention était, tout d'abord, de fournir au P. Schmitz le moyen de continuer son œuvre scientifique, dont le développement était entravé par la difficulté de trouver un local convenable; mais en lui demandant de se fixer à Louvain, il est évident qu'il n'avait pas uniquement en vue les avantages que procure, pour l'étude, une ville universitaire. M. de Dorlodot avait aussi en vue son instruction personnelle et l'utilité de son enseignement. Toutefois, ce but pédagogique — but d'ailleurs bien secondaire en regard du but scientifique et industriel pour lequel l'œuvre a été fondée — ne devait pas profiter exclusivement à l'enseignement de l'Université à laquelle il a l'honneur d'appartenir.

Une œuvre entreprise avec le concours de tous devait demeurer à la disposition de tous. M. de Dorlodot fut encouragé dans cette voie par un homme éminent qui doit compter, à bon droit, parmi les principaux fondateurs du Musée houiller : Mgr J.-B. Abbeloos, alors recteur de l'Université, qui voulut, avec la largeur de vues qui le caractérise, que l'œuvre profitât non seulement à l'Université de Louvain, mais encore aux autres établissements qui travaillent comme elle à la formation scientifique de la jeunesse.

« En m'autorisant, dit M. de Dorlodot, à construire à mes frais, sur un terrain dont l'Université possédait la jouissance, un local désormais à ma disposition pour y loger les collections du Musée houiller, Mgr Abbeloos assura seulement aux professeurs que la chose concerne la faculté d'user, dans un but purement pédagogique, pour eux et pour leurs élèves, des collections rassemblées au Musée. Il fut d'ailleurs formellement convenu que cette faculté ne constitue nullement un monopole pour l'Université de Louvain, mais que je me réserverais le droit de l'étendre à d'autres établissements d'enseignement ou à d'autres personnes désireuses de s'instruire.

» C'est de ce droit que j'ai usé, dans l'esprit même de la convention et dans la mesure la plus large, en déclarant que tous les établissements d'enseignement supérieur, les sociétés scientifiques, le Corps des mines et le personnel industriel sont assurés de trouver toujours au Musée le meilleur accueil et toutes les facilités pour l'usage didactique ou scientifique de ces collections (1).

» Le Musée houiller, malgré ses origines privées, est un établissement d'*intérêt national* qui, tant au point de vue pédagogique qu'au point de vue de son utilité industrielle, est et restera à la disposition de tous ceux qui peuvent utilement en profiter. Il en sera ainsi de mon vivant, et quelles que soient, après moi, ses destinées, je saurai faire en sorte qu'il continue à demeurer accessible à tous les travailleurs sérieux, sans distinction d'aucune sorte. Ce sont là vos *fueros*, Messieurs; ils seront respectés. »

De chaleureux applaudissements accueillent la péroraison de ce discours, qui fait grand honneur à notre éminent collègue, et il importe, dans l'intérêt de tous les travailleurs et des hommes de science du pays tout entier, que ces nobles paroles soient portées à la connaissance de chacun.

Il était donc du devoir de la *Société belge de Géologie*, tout particulièrement, que ces généreux engagements fussent consignés en ses annales, dans l'espoir que parmi ses nombreux adeptes il se trouvera des travailleurs pouvant utiliser et mettre à profit,

(1) Extrait de la circulaire de la Direction du Musée houiller annonçant le transfert des collections à Louvain

dans l'intérêt des progrès de la science, les riches documents, les nombreux faits de toute nature que vont exposer les vitrines et les archives du nouveau Musée de MM. Schmitz et de Dorlodot.

Prenant la parole à son tour, le R. P. *G. Schmitz* retrace tout d'abord l'historique et expose les origines du Musée.

Alors que l'orateur professait, il y a quelque dix ans, au Collège Saint-Servais à Liége, il se sentait, comme il l'avait toujours été, attiré par l'étude des sciences naturelles. Reconnaissant l'absolue nécessité d'une spécialisation dans ces études, lorsqu'on veut leur faire produire quelque chose d'utile, il voulut tout d'abord s'initier davantage à la Géologie, science dont l'ampleur le séduisait.

Ayant été amené, à cette époque, à faire la connaissance de M. Crépin, directeur du Jardin botanique de l'État, à Bruxelles, et qui naguère s'était occupé, en collaboration avec l'abbé Coomans, de paléontologie végétale houillère, il subit une influence qui devait bientôt avoir une répercussion définitive sur ses travaux et recherches ultérieurs. On se souvient que c'est M. Crépin qui créa la collection d'empreintes fort riche, encore actuellement visible au Musée royal d'Histoire naturelle de Bruxelles.

M. Crépin encouragea les premières recherches de M. G. Schmitz, détermina avec bienveillance les empreintes végétales recueillies au cours de ses excursions et le guida dans une spécialité où tout reste encore à faire. Les documents ainsi réunis s'accumulèrent rapidement et firent bientôt soulever la question d'un local suffisamment spacieux pour ne pas laisser se perdre ou se mélanger les nombreux et importants matériaux d'étude qui avaient été réunis dans les travaux d'exploitation d'un grand nombre de nos charbonnages belges.

C'est alors que les supérieurs du R. P. Schmitz songèrent à fixer ce musée scientifique au centre même de la région houillère qui traverse toute la Belgique et adoptèrent le Collège de N.-D. de la Paix, à Namur.

Grâce au caractère d'utilité pratique qu'une telle collection ne pouvait manquer de présenter pour les études des candidats du doctorat en sciences, un immeuble spécial fut édifié à cette occasion, affecté à ce but de réunir nos collections houillères nationales, et reçut le nom de *Musée géologique des Bassins houillers belges*. Toutefois l'élan donné et maintenu, grâce à l'aide efficace et bienveillante apportée par les diverses Directions des charbonnages du pays, fut tel, que trois ans s'étaient à peine écoulés que déjà des signes de pléthore se firent sentir, en même temps que s'affirmait l'insuffisance des locaux.

C'est alors que se produisirent les circonstances qui viennent d'être rappelées dans le discours de M. *de Dorlodot*, circonstances qui amenèrent l'œuvre de M. G. Schmitz à s'abriter près de la chaire du savant professeur de Louvain. C'était le point de départ d'un nouvel et fécond essor, car le transfert à Louvain du Musée des Bassins houillers et son installation dans les confortables et somptueux locaux inaugurés en ce jour marquent une ère d'espérances plus hautes encore que par le passé.

Après un hommage ému et reconnaissant à tous ceux, si nombreux, qui l'ont aidé dans sa tâche, M. Schmitz aborde la seconde partie de son discours, qui consiste à mettre en relief les divers buts du Musée, buts qui sont l'un d'ordre industriel, l'autre d'ordre scientifique.

L'obscurité qui règne dans nos connaissances sur le repérage exact des divers horizons stratigraphiques auxquels appartiennent de nombreuses couches de houille, les erreurs, les incertitudes et les lacunes du synchronisme à distance des veines de houille soit de charbonnages voisins et à distance, soit en matière de comparaison entre des bassins différents, tout cela représente une vaste domaine peu ou point

connu et qu'il serait fort utile d'éclairer à l'aide de faits positifs et bien coordonnés.

Or le plan d'après lequel sont effectuées les recherches du Musée et celui d'après lequel sont classées ses récoltes et collections répond très directement à cet important desideratum. La solution complète de celui-ci apportera dans les travaux de reconnaissance, d'extension et d'exploration de nos mines des avantages tels qu'il est inutile d'insister.

Ce résultat, on peut déjà l'entrevoir, témoin ce que dit M. Schmitz en terminant l'exposé du premier des buts poursuivis par le Musée des Bassins houillers belges. « Il n'y a pas de doute, conclut-il, et des savants étrangers nous ont déjà fait l'honneur » de souligner la portée pratique de ce travail, il n'y a pas de doute que ce plan ne » nous amène à des résultats sérieux et indéniables. Nous pourrons établir, avec » preuves à l'appui, la synonymie des différents faisceaux de couches que comprend » notre Houiller, relier ces faisceaux dans l'horizontale et même, nous en entrevoyons » la possibilité, établir des liens certains entre nos gisements et ceux de nos deux » voisins. »

Quant au but d'ordre scientifique poursuivi par le Musée, il a pour objet, entre autres choses, dit M. Schmitz, d'aider à la solution complète et définitive, s'il est possible, de cette grosse et passionnante question qui divise les savants qui se sont occupés de l'origine de la houille.

L'ancienne thèse, chère aux maîtres de la génération précédente, mais à laquelle bien souvent encore on revient aujourd'hui, du processus d'une accumulation par transport, est-elle exacte, ou bien faut-il admettre la théorie de la formation sur place, assez généralement adoptée en Belgique, de nos jours ?

Parmi ceux de nos compatriotes qui ont traité avec compétence et ampleur ces grosses questions d'ordre scientifique, M. Schmitz se plaît à évoquer le souvenir de feu A. Briart, le sagace ingénieur, le savant académicien, qui s'est attaché à exposer des vues très personnelles à ce sujet, et il regrette qu'une mort réellement prématurée ait empêché notre regretté confrère — lui qui porta au Musée houiller un si sympathique intérêt — de se trouver parmi nous aujourd'hui en des circonstances où une place d'honneur lui revenait.

Si même, malgré les documents et les faits dont la réunion sera l'œuvre et le but de ce Musée, ces graves problèmes ne trouvent pas ici une solution satisfaisante et complète, les matériaux au moins d'une enquête sérieuse auront été réunis avec soin et méthode, et ils constitueront une base d'argumentation et de nouvelles recherches peut-être insoupçonnées auparavant. Si donc la vérité n'était pas rapidement acquise, elle ne pourrait manquer de se trouver bien près d'être conquise, grâce à la richesse de documentation qui va se réunir au nouveau Musée pour faciliter des études faites avec sincérité, sans parti pris ni idée préconçue.

Il a paru utile de compléter cette œuvre essentiellement appliquée au terrain houiller, par une annexe s'étendant à des faits et à des données paléobotaniques comprenant des éléments largement répartis dans le temps et dans l'espace. Il s'agit en l'espèce d'un collecteur général de plantes fossiles représentées par des empreintes de tout âge, de toute provenance, constituées par des échantillons bien choisis permettant des études de comparaison et des constatations sur l'évolution des flores au travers des temps géologiques. Déjà les vitrines du Musée exhibent, dans cet ordre d'idées, des séries fort suggestives et présentant un vif intérêt scientifique.

En terminant, M. Schmitz, après quelques détails consacrés à divers aménagements d'ordre secondaire, remercie les délégués de MM. les Ministres, ainsi que les savants et les industriels venus en nombre donner au Musée une flatteuse consécration, et il considère leur présence comme un gage, comme une assurance de succès.

E. V. D B.

Sir J. William Dawson.

Nous recevons la nouvelle de la mort de sir William Dawson, professeur émérite, principal et chancelier de l'Université Mac Gill de Montréal, et le plus distingué des géologues du Canada. Il était fils de James Dawson, de Picton, sur la côte Nord de Nova Scotia, où il naquit en octobre 1820.

Il fréquenta l'Université d'Édimbourg, pour y suivre les cours de Robert Jameson, *Regius professor of Natural History*. Rentré dans son pays, Dawson fut nommé *Superintendent of Education* de la Nouvelle-Écosse, de 1855 à 1893, et devint plus tard le professeur de Géologie et Principal de l'Université Mac Gill.

Ce fut avec le plus vif enthousiasme qu'il se voua à la géologie de son pays; dès 1845, nous trouvons (dans *Geological Society* de Londres) une communication sur les formations carbonifères de Nova Scotia, et il continua cette étude pendant plusieurs années. En compagnie de sir Charles Lyell, il fit, en 1852, un examen détaillé de la belle succession de forêts fossiles de la période carbonifère que l'on rencontre dans les falaises de South Poggins. Les premiers, ils découvrirent dans les *Coal measures* les restes d'un reptile terrestre, auquel ils donnèrent le nom de *Dendrerpeton*, faisant allusion au fait qu'ils l'avaient trouvé dans l'intérieur d'un Sigillaria resté debout dans sa position naturelle. Ils y trouvèrent en même temps une coquille de Mollusque terrestre, *Pupa vetusta*.

A la suite d'études continuées avec ardeur, Dawson put publier, en 1855, son ouvrage célèbre, *Acadian Geology*; étude de structure géologique et des ressources minérales de la Nouvelle-Écosse. Une troisième édition de cet ouvrage a paru en 1878.

En 1854, il fut nommé membre associé de la *Geological Society* de Londres, et il est à noter que toutes ses découvertes, après aussi bien qu'avant cette date, furent publiées par l'intermédiaire du bulletin de cette Société. Ses publications furent nombreuses; elles ont trait surtout aux plantes fossiles, aux impressions des animaux sur le sol, aussi aux formes animales supérieures. Il s'occupa également des phénomènes de la période glaciaire.

En 1862, Dawson fut élu membre de la *Royal Society*. Deux années après, son nom devint familier, par suite de l'annonce de la découverte d'un organisme dans une roche des plus anciennes, le Laurentien du Canada. Déjà en 1859, sir William Logan avait émis l'opinion que l'on pouvait observer des traces de structure organique dans le calcaire laurentien, mais ce ne fut qu'en 1864 que le Dr Dawson établit, à l'aide du microscope, que cette structure rappelait celle d'un foraminifère. Il donna au fossile le nom de *Eozoon canadense*, et son opinion obtint la complète approbation de Dr W. Carpenter et du professeur T. Rupert Jones. Il est inutile de parler ici plus longuement de la controverse à laquelle cette question fut soumise. Le fossile fut signalé pendant plusieurs années dans les traités de Géologie comme une première manifestation de la vie à la surface du globe. Nous trouvons dans *Intermediate Text-book of Geology*, 1899, page 182, du professeur Lapworth, la figure de *Eozoon*, mais l'auteur ajoute : « La nature organique de *Eozoon* est niée par la plupart des géologues, et l'opinion » scientifique tend de plus en plus à la considérer comme une structure minérale » spéciale imitant la structure organique. » Cependant Dawson continuait, en 1895, dans le *Geological Magazine*, à maintenir son opinion.

En 1881, le Conseil de la *Geological Society* décerna au Dr Dawson la *Lyell Medal*, et le président, M Etheridge, rappela le mérite de ses recherches sur la flore carbonifère et des roches plus anciennes du Canada. En 1884, Dawson publia une série

d'articles, réunis plus tard en volume, sur la géologie de l'Égypte et de la Syrie, mais ses contributions les plus importantes se réfèrent à la géologie du Canada.

Outre son *Acadian Geology*, il publia plusieurs volumes de vulgarisation : *Archaia, Études sur la Cosmogonie et l'histoire naturelle de l'Écriture Sainte* (1860); l'*Histoire de la terre et de l'homme* (1873), avec plusieurs éditions successives; l'*Apparition de la vie* (1875); *Les hommes fossiles et leurs représentants actuels* (1880); l'*Histoire géologique des plantes* (1888); *Reliques de la civilisation primitive* (1897).

Dawson fut nommé C. M. G. en 1881, reçut le titre de Sir en 1884, à l'occasion de la première visite de la *British Association* au Canada. Il fut élu président de l'Association au meeting de Birmingham, en 1886. Il mourut en novembre dernier, dans sa 80e année. Son fils, le Dr G. M. Dawson, C. M. G., F. R. S., est le directeur aussi actif que remarquable du *Geological Survey* du Canada.

(*Nature*, 23 novembre 1899.)

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ANNUELLE DE CLOTURE DE L'EXERCICE 1899.

SÉANCE DU 16 JANVIER 1900.

Présidence de M. **M. Mourlon,** *Président.*

La séance est ouverte à 8 h. 40.

Rapport annuel du Président.

M. le *Président* donne lecture du rapport suivant :

MESSIEURS,

Je me félicite de ce que l'article 66 de nos Statuts, en me prescrivant de vous rendre compte des travaux de la Société durant l'année 1899, me fournisse l'occasion, tout en constatant sa remarquable vitalité, de vous présenter quelques considérations sur l'avenir qui semble lui être réservé, étant données les voies nouvelles de la Géologie appliquée, dans lesquelles elle a été la première à s'engager.

Et tout d'abord, disons que jamais peut-être nos séances mensuelles n'ont réuni un aussi grand nombre de membres, qu'attirent, du reste, des communications toujours fort importantes et souvent d'un grand intérêt d'actualité.

Ce sont, pour l'exercice écoulé, et en commençant par celles se rapportant aux dépôts les moins anciens, c'est-à-dire aux dépôts quaternaires, celles de M. J. Cornet sur le Quaternaire sableux de la vallée de la Haine; de M. Rutot sur l'histoire du creusement de la vallée de la Lys et sur la signification des graviers quaternaires et leur indépendance des dépôts auxquels ils semblent servir de base, ainsi que la comparaison du Quaternaire de Belgique avec le Glaciaire de l'Europe centrale.

M. Van de Wiele, dans un de nos Bulletins bibliographiques, nous a présenté un résumé, accompagné d'observations critiques basées sur les travaux de M. Rutot, du travail de M. Mellard Reade sur les couches post-glaciaires visibles dans les coupes du nouveau canal de Bruges.

M. Van den Broeck nous a fait, à l'occasion d'une analyse de travaux de M. Plumandon sur les poussières atmosphériques, une nouvelle communication sur les phénomènes de transport par les vents.

Je dois rappeler ici que j'ai fait quelques communications sur les dépôts tertiaires et quaternaires, d'une part, dans la Campine limbourgeoise et, d'autre part, dans la moyenne Belgique, en faisant connaître, à l'aide de coupes à grande échelle, exposées en séance, les résultats scientifiques des sondages effectués le long du canal de Willebroeck et sur la rive gauche du Rupel pour la construction du canal et des installations maritimes de Bruxelles. Ces études réclameront toutefois des données complémentaires avant d'être présentées pour l'impression aux *Mémoires*.

Les dépôts secondaires, et plus particulièrement ceux qui, dans notre pays, sont rapportés à l'étage wealdien d'Angleterre, considérés jusqu'ici comme appartenant au Crétacé inférieur, ont donné lieu à de nouvelles et importantes communications. Celles-ci tendent à établir de plus en plus que nos couches wealdiennes doivent, par leur faune et leur flore, être plutôt rapportées au Jurassique supérieur qu'au Crétacé inférieur.

M. Van den Broeck a confirmé aussi, d'abord par une étude critique des coupes et des figures du gisement de Bernissart, publiées par M. Dupont, puis par de nouvelles études et par des sondages dans la région de Bernissart, que le célèbre gisement des Iguanodons de cette localité classique doit être interprété tout différemment qu'il l'a été avant les recherches exécutées, conjointement, par MM. Jules Cornet et Gaspar Schmitz, confirmant celles, antérieures, de MM. G. Arnould, F.-L. Cornet et A. Briart.

On avait supposé que les gigantesques Sauriens de Bernissart avaient vécu à l'endroit même où on les trouve à présent, et qu'ils gisaient au fond d'une vallée étroite aux bords escarpés; disposition, du reste, tout à fait invraisemblable, alors qu'il est établi maintenant que les couches qui renferment leurs restes se sont effondrées dans ce que MM. G. Arnould, Cornet et Briart ont appelé des « puits naturels ».

On n'est pas encore entièrement fixé sur la manière dont s'est effectué ce phénomène de « puits naturel » dans le terrain houiller,

mais tout porte à croire qu'il résulte de la dissolution de certaines couches calcaires sous-jacentes au terrain houiller.

J'ajouterai que M. De Pauw, dont le nom est inséparable de l'extraction et de la reconstitution des Iguanodons de Bernissart, a fourni, à l'aide de son journal de la découverte de ces animaux gigantesques, des données qui sont venues appuyer l'interprétation de M. Van den Broeck et des autres géologues cités plus haut, qui se sont occupés de la question au sein de notre Société.

En outre des travaux de Géologie proprement dits, dont il vient d'être parlé, il faut encore mentionner des communications de M. Dormal sur quelques utiles rectifications géologiques ; de M. Issel sur l'origine et la formation de la mer Rouge; de M. Klement sur la continuation de son Exposé de quelques vues générales sur la formation des gîtes métallifères.

Ce travail, qui avait trait, cette fois, à la théorie de la sécrétion latérale, ne peut manquer de fournir par la suite un nouvel aliment, et des plus importants, pour nos discussions et controverses, lorsque cette question, qui intéresse à un si haut point les exploitants de mines, sera portée à l'ordre du jour de l'une de nos prochaines séances.

M. Klement nous a aussi retracé la vie et les travaux d'un illustre géologue autrichien, le chevalier Fr. von Hauer, qui a toujours fait si bon accueil à ceux d'entre nous qui ont été visiter à Vienne les superbes Musées placés sous sa haute direction.

Le même collègue nous a encore donné tout récemment, à notre dernière séance, la traduction et le résumé d'un travail de M. Otto Lang sur les couches à sels potassiques.

M. J.-C. Van Mierlo nous a fourni, en l'accompagnant d'importantes considérations, sa belle Carte lithologique de la mer du Nord, le long des côtes belges, œuvre qui mérite une mention toute spéciale en ce qu'elle constitue le véritable complément de la Carte géologique de notre littoral, aujourd'hui complètement terminée.

Enfin, il nous reste encore à rappeler trois communications de M. Van den Broeck : l'une sur un curieux cas de formation de stries d'apparence glaciaire; une autre sur la Géologie et les travaux publics, et la troisième, qui a eu le retentissement que l'on sait, sur le phénomène des migrations dans ses rapports avec la Géologie et avec l'origine des espèces (1).

(1) Le résumé seulement de cette communication orale a paru dans les *Procès-Verbaux*. Le travail aux *Mémoires* eût fait double emploi avec l'exposé identique déjà publié dans les *Annales de la Société royale Malacologique de Belgique*.

M. Simoens a attiré notre attention sur une roche présentant des stries pseudo-glaciaires, trouvée en Condroz, et M. G. Schmitz, de même, sur des apparences curieuses de glissement avec stries et empreintes de déplacement dans le schiste houiller.

M. Lucas, qui revient des Moluques, où il a accompli une mission à l'île Obi, nous a fait une intéressante dissertation intitulée : *Comment s'explore le sol d'une forêt vierge.*

Pour ce qui est relatif à la *Paléontologie*, il faut mentionner les communications de M. Sacco sur l'origine des Paléodictyons et de M. Van de Wiele sur un Poisson de l'étage permo-carboniférien : l'*Helicoprion*, qui a donné lieu, en séance, de la part de M. Van den Broeck, ainsi que, ultérieurement, de la part de MM. Kemna, Simoens et A. Smith Woodward, à d'intéressantes observations et études quant à l'interprétation de l'appareil spiral décrit par l'auteur, M. Karpinsky.

Le volume de 1899, enfin, contient dans les *Mémoires* la description, par MM. X. Stainier et Éd. Bernays, du *Cœloma rupeliense* identifié au *Cœloma Holzaticum*, du « Septarienthon », du Holstein, à Itzehoe.

La *Cristallographie* a donné lieu à une intéressante communication de M. Van Hove sur la description cristallographique des quartz de Nil-Saint-Vincent.

Quant à l'*Hydrologie*, qui occupe, et à juste titre, une si large place dans nos travaux, elle compte cette année à son actif, outre d'intéressantes notes de MM. Rahir et Rabozée, fournissant les premiers documents pour l'étude de la source intermittente de Crupet, d'importantes communications de M. Kemna concernant les travaux américains récents sur la biologie des eaux potables et une conférence des plus intéressantes du même auteur sur la biologie des filtres à sables, reproduite, avec de curieuses planches, dans nos *Mémoires.*

Une communication de M. Bommer, sur l'*Action de la couverture végétale du sol sur sa composition chimique*, nous a aussi valu, de la part de M. Van den Broeck, un rappel de sa thèse sur l'*Origine non interne des eaux minérales de Spa.*

La question du projet Lambert et celle des eaux du Bocq ont été étudiées par des Commissions spéciales, nommées au sein de notre Société.

Pour ce qui est de la première de celles-ci, celle relative au projet de M. le Prof[r] Lambert pour l'alimentation de la ville d'Anvers en eau potable, il résulte du rapport rédigé par M. Rutot et adressé à la ville d'Anvers, que la Commission a étudié avec grand soin la question qui lui était soumise et, bien que se trouvant d'accord avec l'auteur du

projet sur l'idée fondamentale de celui-ci, elle a le regret de ne pouvoir partager la conviction profonde de M. Lambert dans la réussite certaine, d'après lui, de l'entreprise.

Quant à la question des eaux du Bocq, nous en avons été saisis par la Société royale des Sciences médicales et naturelles de Bruxelles, et le rapport de notre Commission spéciale désignée à cette occasion concluait à ce que, tout en se méfiant des eaux traversant les fissures de certaines roches calcaires et se trouvant en contact avec des eaux de ruissellement de la surface, il semble *indispensable*, pour déterminer la probabilité de la contamination éventuelle, toujours possible dans ces roches, et pour indiquer les moyens d'y remédier, de procéder à l'*étude détaillée sur place* dont la Société a fait ressortir précédemment la nécessité absolue.

Jusqu'ici, cependant, cette utile étude ne nous a pas été demandée.

Le volume de cette année contient le très intéressant compte rendu détaillé, publié sous la direction de M. G. Bleicher, avec la collaboration de MM. Nickles, Imbeaux, Lebrun, Villain et Barthelemy, de l'excursion annuelle de la Société, à Nancy et dans les Vosges, en 1898. A ce compte rendu ont été ajoutées diverses annexes, dues à MM. Bleicher, Lorié et Van den Broeck, qui en augmentent l'intérêt, et nous ont fait apprécier mieux encore les résultats fructueux de notre excursion en France, si remarquablement organisée par M. le Prof[r] G. Bleicher et ses adjoints.

Excursions. — En dehors de l'excursion annuelle statutaire, la Société a organisé cette année, dans les différentes régions du pays, et sous la direction des spécialistes les plus autorisés, un grand nombre d'excursions qui sont les suivantes, dans l'ordre où elles se sont effectuées :

Première excursion, dans la vallée de Falisolle et dans la vallée de la Meuse, les 19 mars et 9 avril, sous la conduite de M. de Dorlodot.

Deuxième excursion, dans le Hainaut, à Stambruges, Grandglise, Hautrages et Villerot, le lundi de Pâques, 3 avril, sous la direction de M. J. Cornet.

Troisième excursion, dans la Campine limbourgeoise, à Moll, Lommel, Houthaelen, Op-Itter (Brée), Maeseyck, Genck et Hasselt les 21 et 22 mai (dimanche et lundi de Pentecôte), sous la conduite de M. Mourlon.

Quatrième excursion, aux carrières de Quenast, le lundi 26 juin, avec les membres de la Société géologique du Nord, sous la conduite

de M. Gosselet et avec les étudiants de l'Université de Gand, accompagnés de leur professeur, M. Renard.

Ce dernier a fait sur l'état de nos connaissances relatives aux conditions de gisement, à la nature lithologique et à l'origine de la porphyrite de Quenast, une conférence avec projections lumineuses des photographies de ses préparations microscopiques, dans un local mis à la disposition des excursionnistes par les directeurs des carrières, nos collègues MM. Ad. Urban et Alb. Hankar.

Cinquième excursion, organisée dans le Hainaut, à Leval-Ressaix et à Aiseau, avec le concours de la Société d'Anthropologie, respectivement les 22 et 29 octobre, pour l'étude des terrains quaternaires avec niveaux de silex travaillés par l'homme paléolithique, sous la direction de M. Rutot.

La *Session extraordinaire*, prévue par nos Statuts, a eu lieu avec un éclat exceptionnel cette année, au mois de septembre, en Angleterre. Les résultats en ont été consignés par notre collègue, M. Van Ysendyck, dans le compte rendu sommaire dont il a donné lecture à l'une de nos dernières séances, et enfin dans le Compte rendu détaillé, accompagné de planches et de figures, qui se trouve inséré dans le recueil de nos *Mémoires*.

Distinctions honorifiques des membres. — Je rappellerai que plusieurs de nos collègues ont été l'objet de distinctions honorifiques des plus flatteuses.

M. Van den Broeck s'est vu proclamer Membre honoraire de la Société géologique de Londres et, de même que notre collègue, M. Rutot, déjà tous deux membres correspondants de la Société géologique du Nord, ils ont été nommés Membres associés de cette Société, dont le fondateur, M. Gosselet, notre ancien Président, s'est vu gratifié du prix Dormoy de 10,000 francs.

M. Dollo a été nommé Membre correspondant de l'Académie des sciences de New-York.

M. Eug. Lagrange a été nommé chevalier de l'Ordre de Léopold et M. Van Lint promu au grade d'Officier d'Académie.

Enfin, dans les sphères administratives de l'État, je suis heureux de pouvoir mentionner les promotions de MM. De Schryver, De Thy et Lambin, respectivement aux grades d'ingénieur en chef directeur de 1re classe, d'ingénieur principal de 1re classe et d'ingénieur de 1re classe.

M. le major Tedesco a été nommé lieutenant-colonel et M. le baron de Loë a été nommé Conservateur adjoint du Musée des Arts décoratifs.

Je félicite à nouveau tous ces collègues au nom de la Société.

Situation prospère de la Société. — Au commencement de l'année, le nombre des membres atteignait le chiffre de 460, lequel comprenait 29 membres honoraires, 23 membres associés étrangers, 339 membres effectifs et 69 associés regnicoles.

Nous avons eu à déplorer la perte de 2 membres honoraires : le chevalier Frantz von Hauer et le professeur O. Marsh, ainsi que de 3 membres effectifs : MM. Fr. Legrand, Schrevens et Steurs, soit en tout 5 membres décédés.

Par contre, nous avons admis 1 membre honoraire, 1 membre associé étranger, 18 membres effectifs et 11 associés regnicoles, soit en tout 31 membres. Il s'ensuit donc que nous constatons en définitive un accroissement de 26 membres, ce qui en porte le nombre à 486, dont 354 effectifs.

C'est là un résultat encourageant, si l'on réfléchit surtout qu'il se constate malgré les décès prémentionnés et la suppression dans la liste des membres de ceux de ces derniers qui se trouvaient en rupture de ban quant au paiement de leurs cotisations.

J'ajouterai que la Société des Charbonnages-Unis de l'Ouest de Mons a été nommée membre à perpétuité.

Question du Grisou. — La situation exceptionnellement favorable dans laquelle nous venons de constater que se trouve la Société, et qui ne peut manquer de s'améliorer encore par la suite, résulte, sans aucun doute, de l'heureuse impulsion imprimée, dès le début de notre Société, aux travaux d'application de celle-ci et plus particulièrement, dans ces derniers temps, à tout ce qui se rattache au grisou, cet agent dévastateur si redoutable pour notre industrie charbonnière.

Ce ne sera pas trop, semble-t-il, des efforts combinés des géologues et des météorologistes d'une part, et de ceux des ingénieurs des mines et des exploitants d'autre part, pour tâcher de s'éclairer sur les causes, peut-être multiples, des effets désastreux de ce gaz mortel, afin de chercher à les mitiger, sinon à les supprimer complètement.

Malheureusement, nous nous sommes vu privés de la collaboration active de notre collègue M. L. Gerard, appelé à d'autres fonctions que celles qu'il occupait naguère, et d'autres concours encore, sur lesquels nous croyions pouvoir compter, nous ont fait défaut.

Dans ces conditions, notre collègue M. Van den Broeck, en attendant des circonstances plus favorables pour la reprise de la discussion de cette importante question du grisou, s'est attaché à en réunir tous les éléments, par des recherches bibliographiques remontant au XVIe siècle et dont les résultats sont en voie de publication.

En outre, notre Section permanente d'études du grisou a arrêté, dans sa séance du 16 novembre 1898, le programme de l'enquête à faire pour l'étude du grisou dans ses rapports avec les phénomènes de la météorologie endogène au point de vue de sa prévision par l'observation des microsismes.

Une note complémentaire, attirant l'attention des exploitants sur l'utilité contributive qu'ils pourraient fournir à nos travaux, a été signée par le Président de la Section, M. Beernaert, et par notre Secrétaire général, M. Van den Broeck; elle sera distribuée ultérieurement.

Qu'il me soit permis à cette occasion de remercier les Administrations provinciales de Liége et du Hainaut, qui nous ont alloué des subsides importants pour notre Section du Grisou.

Je manquerais aussi à un devoir de reconnaissance si je ne me faisais en ce moment l'interprète de tous nos collègues pour exprimer toute notre gratitude envers celui qui a été notre principal initiateur dans la question du grisou, comme dans la plupart de celles qui ont le plus contribué au succès de nos réunions : j'ai nommé notre infatigable Secrétaire général, M. Van den Broeck.

Je me hâte d'ajouter qu'en couvrant notre collègue de fleurs, celles-ci ne sont pourtant pas complètement exemptes d'épines, si j'en juge par celle résultant du retard apporté à la publication de notre *Bulletin*. L'abondance, chez notre imprimeur, de textes en placards sur la question du grisou, jointe au peu de célérité apportée par certains auteurs dans l'envoi du texte de leurs communications, semblent être les principales causes du retard en question.

J'exprime le vœu que nous cherchions à remédier à cette situation et que des mesures soient prises pour que, à l'instar d'autres publications similaires de la capitale, notre *Bulletin* paraisse avec sa pagination définitive chaque fois que le texte sera suffisant pour composer une ou plusieurs feuilles complètes.

De cette façon, les auteurs auront l'avantage de voir imprimer de suite leurs communications, ce qui sera de nature à stimuler leur zèle, et la tâche de notre Secrétaire général sera ainsi considérablement simplifiée par la suppression d'un arriéré comme celui qui doit se trouver accumulé en ce moment.

J'ajouterai encore que notre collègue, M. le lieutenant d'artillerie Kestens, se trouvant, à cause des exigences de son service, dans l'impossibilité de prêter un concours efficace au Secrétariat, a exprimé le désir d'être remplacé dans ses fonctions de Secrétaire par un collègue pouvant s'y consacrer plus complètement. Tout en regrettant cette

décision, imposée par des convenances personnelles, j'ai la satisfaction de pouvoir vous annoncer que notre sympathique collègue, M. Van de Wiele, qui a déjà rendu de grands services à la Société et qui, à présent, peut disposer de tout son temps, veut bien s'offrir à remplir les fonctions de Secrétaire.

Vous m'excuserez d'escompter la décision du Conseil et de l'Assemblée générale en adressant tous mes remerciements à M. Van de Wiele et en nous félicitant de son heureuse détermination.

Comité permanent d'études des matériaux de constructions. — Ce Comité, présidé par notre collègue, M. le commandant du génie J. Willems, a continué l'étude des diverses questions qui lui ont été plus particulièrement réservées. Son bureau achève en ce moment l'élaboration des tableaux-résumés présentant sous une forme synthétique les renseignements qui ont été extraits des volumineux dossiers communiqués à la Société par l'Administration des Ponts et Chaussées. Cette besogne longue et minutieuse a été pour la plus grande partie accomplie par M. Paul Van Ysendyck, au zèle dévoué duquel il convient de rendre hommage.

Le Bureau du Comité compte entreprendre actuellement la confection d'un catalogue méthodique des collections déjà réunies. On sait qu'elles sont provisoirement abritées dans l'enclos où elles furent exposées en 1897. Une récente visite du Bureau du Comité au Parc du Cinquantenaire a fait constater que les matériaux s'y trouvent dans des conditions de conservation assez satisfaisantes.

L'organisation définitive n'a pas été perdue de vue et a donné lieu à diverses négociations. De multiples démarches ont été effectuées auprès des Administrations des Ponts et Chaussées et des Bâtiments civils, en vue d'arriver à une solution de la question. Elles ont permis d'apprécier les bonnes dispositions des hauts fonctionnaires qui s'intéressent à notre entreprise; il y a lieu d'espérer que, dans le courant du prochain exercice, des circonstances opportunes se présenteront qui seront de nature à favoriser l'activité du Comité et la réalisation de ses projets.

Nous avons encore à remercier le Conseil d'administration de l'Université de Bruxelles, qui a bien voulu nous continuer l'hospitalité qu'il nous accorde dans les locaux de cette institution scientifique.

Je vous propose aussi d'adresser des remerciements à celui de nos collègues qui a accepté la tâche la plus ingrate et qui s'en acquitte avec beaucoup de dévouement : j'ai nommé le Dr Gilbert, notre honorable trésorier. Vous verrez, du reste, tout à l'heure, par le rapport de ce

dernier, qu'il a droit à toutes nos félicitations pour la bonne gestion de nos finances.

Considérations sur l'avenir de la Société. — Après avoir constaté la situation prospère de notre Société, il me reste maintenant à vous demander la permission, comme je l'annonçais en commençant, de jeter un coup d'œil sur son avenir.

Nous savons déjà, par l'expérience acquise durant près de treize années d'existence que compte la Société, que celle-ci constitue un facteur important dans le mouvement scientifique du pays. En outre, l'affluence des membres à chacune de nos séances mensuelles et de nos excursions témoigne qu'elle répond à un réel besoin.

Seulement, pour que l'ardeur qui se constate aujourd'hui persiste et s'accentue dans l'avenir, il faut qu'il en soit de même chez ceux qui constituent ce que l'on peut appeler l'élément professionnel dirigeant de notre association. Or, malheureusement, il faut bien le dire, en Belgique, comme un peu partout à l'étranger, c'est le contraire qui tend à se produire. Le nombre des géologues militants diminue de plus en plus, et c'est au point que même chez nous, où de grands efforts sont faits en vue de parer à cette fâcheuse éventualité, on constate très peu de nouvelles recrues parmi les jeunes générations. La raison en est cependant assez simple : c'est que la tendance extra-utilitaire de notre époque pousse la jeunesse vers les carrières considérées comme étant les plus lucratives et que, pour le plus grand nombre, la Géologie, en dehors de nos chaires d'universités, ne conduit à rien.

Eh bien, j'oserais presque affirmer que c'est le contraire qu'il faudrait dire et qu'aucun de nos collègues ayant suivi la marche du Service placé sous ma direction ne me démentira lorsque je constaterai que ce ne sont ni les missions, ni les consultations, ni même les situations qui font défaut, mais bien ceux qui devraient en être gratifiés, c'est-à-dire les géologues vraiment dignes de ce nom, les géologues stratigraphiques qui ont fait leur apprentissage sur le terrain, considérant la nature comme étant leur vrai laboratoire et leur principal champ d'action.

Au point de vue qui nous occupe en ce moment, je ne puis m'empêcher d'établir un rapprochement entre la Géologie et l'électricité, qui a pris un si merveilleux développement dans ces derniers temps.

Si à l'époque, qui n'est pas bien éloignée de nous, où l'on ne connaissait de l'électricité que ce que nous en enseignait un traité classique de *Ganot* et où l'on ne possédait point encore les admirables instituts spéciaux comme celui de Montefiore, à Liége, et d'autres plus impor-

tants encore en France et en Allemagne, si à ce moment, dis-je, on était venu parler des carrières qu'allaient ouvrir à cette pléthore de jeunesse universitaire les applications de l'électricité pour les communications téléphoniques, la traction et l'éclairage, avec quel scepticisme cela n'eût-il pas été accueilli? Et cependant, on sait à présent que les instituts auxquels il vient d'être fait allusion doivent, chaque année, faute de place, refuser un grand nombre d'élèves, et l'on sait aussi l'immense développement qu'ont pris les carrières d'électriciens et combien la science électrique réalise en ce moment de vertigineux progrès.

Ne peut-on pas se demander si ce qui s'accomplit ainsi sous nos yeux depuis quelques années dans le domaine des applications de l'électricité ne peut également se produire dans le champ, pour ainsi dire sans limites, des applications de la Géologie?

Celle-ci présente sur l'électricité cet immense avantage de pouvoir se passer d'installations coûteuses, sa seule exigence, au moins pour ce qui nous concerne, consistant à posséder des locaux plus étendus et mieux appropriés que ceux dont dispose actuellement le Service géologique, tant pour sa bibliothèque, à laquelle se trouve jointe celle de la Société, que pour ses autres installations dont nous devons pouvoir tirer le plus large parti possible. C'est, d'une part, le compartiment des renseignements bibliographiques, comprenant plus de cinq cent mille fiches, sans compter celles de la *Bibliographia geologica*, dont cinq volumes sont publiés ou en cours de publication. C'est, d'autre part, le compartiment des collections d'études, comprenant plus de cent mille échantillons se rapportant aux quatre cent trente-deux planchettes de la Carte, ayant chacune son dossier dans lequel se trouvent consignés les notes de voyage des auteurs et tous autres documents permettant de tenir la carte à jour et de fournir tous les renseignements réclamés par les visiteurs et correspondants du Service. Ce sont aussi les tables de travail, tant de la section de stratigraphie que de celle de bibliographie, tables auxquelles les membres de notre Société ont assurément droit à une place privilégiée.

Le sol exploitable de notre planète est immense et encore bien peu exploré si l'on en juge par ce simple fait que dans notre petite Belgique, qui est un des points les plus scrutés, il a suffi de quelques sondages exécutés à l'occasion des levés de la Carte géologique pour faire la lumière sur le sous-sol resté jusque-là à peu près complètement inconnu, de la plus grande partie de la région campinoise, sous-sol qui nous réserve peut-être encore de bien importantes surprises.

La situation exceptionnellement favorable où nous placent, d'une part, la variété et l'importance des assises de notre sol, et, d'autre part, son exiguïté relative, qui, en nous permettant d'avoir des premiers terminé les levés géologiques qui nous incombent, nous font entrer aussi les premiers dans la voie nouvelle et encore si peu explorée des applications qui en est la résultante; cette situation, dis-je, ne nous laisse-t-elle point entrevoir la continuation d'un grand mouvement scientifique par les résultats économiques, qui, déjà fort appréciables aujourd'hui, ne feront que se développer par la suite ?

On voudra bien excuser la longueur inusitée que j'ai été amené à donner à ce rapport, mais c'est avec l'espoir que les considérations qui viennent d'être présentées auront pour effet de resserrer encore davantage, si c'est possible, les liens qui unissent la Société belge de Géologie au Service géologique. Celui-ci ne peut manquer de continuer à lui procurer par la suite de nouveaux adhérents parmi les jeunes travailleurs qui suivent ses travaux et dont nous devons souhaiter ardemment voir s'augmenter le nombre afin que, grâce à nos efforts communs, nous nous trouvions en mesure de faire bénéficier nos compatriotes d'un mouvement économique et scientifique qui ne peut que grandir par la suite et dont il n'est que juste que notre pays, qui aura le plus contribué à le développer, soit aussi le premier à en tirer parti.

APPROBATION DES COMPTES DE L'ANNÉE 1899 ET RAPPORT DU TRÉSORIER.

M. le *Trésorier* donne lecture de l'exposé suivant :

Situation au 31 décembre 1899.

Mouvement des fonds en 1899.

Recettes.

Numéraire en caisse au 31 décembre 1898. . . . . .fr.	1,033 90
Cotisations et droits d'entrée des membres	5,330 »
Produit de la vente des publications	646 27
Subsides : *a*) de la province de Liége, pour les études de météorologie endogène (*grisou*)	1,000 »
b) de l'État belge, pour l'année 1897, accordé en 1898, mais ajourné jusqu'à l'année courante, à cause du retard dans nos publications	1,000 »
Intérêts de la réserve statutaire inaliénable et des fonds réservés pour les publications	658 66
Comptes d'ordre	123 86
TOTAL. . . .fr.	9,792 69

Dépenses.

Payé pour impression, planches et distribution du *Bulletin* . . . . . .fr.	4,357 92
(Les dépenses de ce poste à charge de la Section permanente du Grisou et la série spéciale d'impression pour ladite Section, s'élèvent à fr. 701.56.)	
Versement de la souscription à l'Expédition antarctique de Gerlache . . .	100 »
Personnel du secrétariat et des bibliothèques	948 50
Frais généraux divers pour séances, excursions, poste, papeterie, ports de petits paquets, etc.	1,662 21
(Ici la Section permanente du Grisou intervint pour fr. 162.27).	
Bibliothèque : reliures et acquisitions.	144 55
Fonds mis en réserve pour les publications	2,169 67
Comptes d'ordre	123 86
Fr.	9,506 71
Reste en caisse au 31 décembre 1899 . . .	285 98
BALANCE. . . .fr.	9,792 69

Cet état a été soumis à l'examen et à l'approbation de la Commission des comptes.

Bilan au 31 décembre 1899.

Actif.

Encaisse. . . . . .fr.		285 98
Valeurs de la réserve statutaire inaliénable et des fonds réservés pour les publications et pour la Section du Grisou		16,508 17
Débiteurs pour cotisations.	300 »	
— — publications	1,496 »	
— — subsides de l'État belge pour 1898 et 1899. . .	2,000 »	
Subside de la province du Hainaut pour 1899 (Grisou).	500 »	
		4,296 »
TOTAL. . . .fr.		21.090 15

Passif.

Réserve statutaire inaliénable . . . . .fr.	6,000 »
Créditeurs divers.	394 04
Fonds réservés pour publications, pour la Section permanente du Grisou et pour les instruments et études de météorologie endogène.	14,696 11
TOTAL . . . .fr.	21,090 15

D'après les prévisions des budgets pour les années 1897, 1898 et 1899 et l'état des sommes payées jusqu'à ce jour pour les impressions, planches et distributions des tomes XI, XII et XIII du *Bulletin* et des publications de la Section spéciale du Grisou, pour 1898 et 1899, il restait à payer fr. 12,788.06. Mais nous avons lieu de craindre que la réalité ne l'emporte sur les prévisions.

Quoi qu'il en soit, la différence entre fr. 14,696.11 et fr. 12,788.06 est de fr. 1,908.05, représentant un maximum disponible en faveur de la Section permanente du Grisou; c'est peu, car les provinces de Liége et du Hainaut interviennent pour 1,500 francs dans ce poste de fr. 1,908.05; et, moralement, bien d'autres, attirés à nous par les recherches que la Société belge de Géologie se propose d'instituer sur la météorologie endogène, devraient compter pour plus de fr. 408.05 à cette place.

La situation semble donc tendre à devenir critique pour nos finances, et certes plus que jamais nous avons besoin du secours des pouvoirs publics. Il serait extrêmement fâcheux et périlleux que l'État belge notamment, sous prétexte que nos publications ont subi quelque retard dans leur sortie de presse, vînt à ne pas nous liquider les subsides arriérés de 1898 et de 1899.

Projet de budget pour 1900.

Recettes.

Cotisations et droits d'entrée des membres . . . . fr.	5,000	»
Vente des publications de l'année	500	»
Revenus des capitaux réservés	840	»
Subsides de l'État et de la province de Brabant pour 1900	2,000	»
Total . . . . fr.	8,340	»

Dépenses.

Impression, planches et distribution du tome XIV (1900)	5,200	»
Impression, etc., des publications spéciales à la Section du Grisou	700	»
Conférences, excursions, fournitures de bureau, frais divers	1,540	»
Frais de conservation de la bibliothèque et indemnités à divers	700	»
Reliures de volumes et abonnements à des périodiques	200	»
Balance . . . . fr.	8,340	»

Carte pluviométrique. — Les fonds de la caisse particulière de cette rubrique ont peu varié en 1899 ; à la fin de cette année, il reste disponible pour l'achèvement du texte et des cartes supplémentaires une somme de fr. 2,545.97.

Le Trésorier,
Dr Th. Gilbert.

Le bilan au 31 décembre 1899 ainsi que le budget pour 1900 sont approuvés par l'Assemblée, qui vote des remerciements au Trésorier pour le zèle et la conscience qu'il ne cesse d'apporter à la gestion des finances de la Société.

Session extraordinaire de 1900 et programme des excursions de l'année. — Conférences.

M. *Rutot*, en l'absence de M. le *Secrétaire général*, qui s'est fait excuser, rappelle qu'il avait été question, pour la session extraordinaire de 1900, d'une excursion à l'île de Wight, laquelle aurait été dirigée par M. *Starkie Gardner* qui, de plus, consentait à organiser complètement la course. Mais, étant donnée l'Exposition de Paris, au cours de laquelle il y aura de nombreux congrès, lesquels amèneront dans cette ville la généralité des hommes de science, le Conseil de la Société a pensé qu'il serait préférable de faire coïncider cette excursion avec celles qui seront organisées notamment par le Congrès international de Géologie.

Sur la proposition de M. le *Président* et ensuite d'un échange de vues entre les divers membres présents à cette réunion, l'Assemblée est unanime à adopter que la session extraordinaire de 1900 aura lieu à Paris et dans les environs.

En ce qui concerne les excursions ordinaires, des courses d'un ou de deux jours sont inscrites au programme : l'étude des grottes et calcaires de Couvin; la vallée de la Lys; Huy et Andenne; courses dans le Calcaire carbonifère; l'Éocène des environs de Bruxelles; les carrières de Soignies.

Éventuellement, d'autres excursions pourront être proposées dans le courant de l'année.

Ces diverses propositions sont adoptées par l'Assemblée.

Conférences. — M. *Martel* a bien voulu s'inscrire pour une conférence sur la *Spéléologie*.

D'un autre côté, il sera demandé à M. Golliez de bien vouloir nous donner la conférence qu'il a faite à la Société géologique de France sur le *Chemin de fer de la Jungfrau*.

ÉLECTIONS.

L'ordre du jour appelle ensuite les élections.

Élection d'un Secrétaire général :

Est élu : M. E. Van den Broeck.

Élection d'un Secrétaire :

Est élu : M. le Dr Van de Wiele.

Élection de quatre Vice-Présidents :

Sont élus : MM. Jacques, Jottrand, Kemna et Rabozée.

Élection de deux délégués du Conseil :

Sont élus : MM. Cornet et Rutot.

Élection de trois membres du Conseil :

Sont élus : MM. Dollo, Kestens et Van Ysendyck.

Élection d'un membre honoraire :

Est élu : M. W. Whitaker.

Élection de deux membres associés étrangers :

Sont élus : MM. le Dr Harmer et Teal.

COMPOSITION DU BUREAU, DU CONSEIL ET DES COMITÉS.

Par suite des élections ci-dessus indiquées, le Conseil (1) est constitué ainsi qu'il suit pour l'exercice 1900 :

Président : **M. Mourlon.**

Vice-Présidents :

V. Jacques, G. Jottrand, Ad. Kemna, H. Rabozée.

Secrétaire général : **E. Van den Broeck.**

Secrétaire : **Dr C. Van de Wiele.**

Trésorier : **Th. Gilbert.**

Bibliothécaire : **L. Devaivre.**

Délégués du Conseil :

J. Cornet, E. Cuvelier, A. Rutot, J. Willems.

Membres du Conseil :

L. Dollo, A. Flamache, Kestens, C. Klement, C. Van de Wiele, P. Van Ysendyck.

(1) Le *Bureau* est constitué par le Président, les quatre Vice-Présidents, le Secrétaire général, le Trésorier et les quatre délégués du Conseil.

COMITÉS SPÉCIAUX.

Comité des publications :

de Busschere, A. Houzeau de Lehaie, Eug. van Overloop.

Comité de vérification des comptes :

G. Cumont, L. Bauwens, G. Paquet.

Décisions du Conseil :

Dans sa dernière réunion, le Conseil a été saisi de la question de la vente des publications de la Carte pluviométrique et notamment de celle relative à l'abaissement du prix de vente. La solution de cette question étant subordonnée à l'avis de l'auteur, M. Lancaster, il a été décidé de demander à celui-ci les conditions auxquelles pourrait se faire ultérieurement la vente de ladite carte.

D'un autre côté, le Comité des Matériaux de construction sera convoqué incessamment au sujet de la rédaction du Catalogue dont l'impression est vivement demandée.

Enfin, sur la proposition de M. le Secrétaire général, le Conseil a eu à délibérer sur le projet de la création d'un *Club scientifique de Bruxelles*, ainsi que sur les jours qui pourraient être consacrés à ses réunions. Il doit être entendu qu'il s'agit de réunions absolument libres, dont le but est de rassembler les hommes de science et de leur permettre, dans des causeries, de faire connaître les résultats de leurs investigations et aussi de prendre connaissance des dernières publications périodiques reçues par la Société. A cette fin, MM. les membres seraient appelés à se réunir le troisième vendredi de chaque mois au *Café de la Régence,* dans les salons du 1er étage.

Le Conseil a eu également à pourvoir à la nomination de délégués aux Congrès internationaux de Géologie et des Mines et de la Métallurgie qui se tiendront à Paris, en 1900. Sous réserve d'autres demandes, MM. *Mourlon*, *Rutot* et *Van den Broeck* ont été désignés pour représenter officiellement la Société au premier de ces congrès; M. *Van den Broeck* seul a été délégué pour le second.

Toutes ces diverses propositions sont approuvées par l'Assemblée.

La séance est levée à 11 heures.

EXPLICATION DE LA PLANCHE B DES PROCÈS-VERBAUX.

Asterionella formosa *var.* gracillima.

Grossissement : 500.

FIG. 1. – Colonie normale composée de huit frustules groupés en étoile régulière.

FIG. 2. — Groupe de quatre frustules, assez fréquent, surtout pour les individus de petite taille. L'exemplaire figuré est pourtant de grande dimension.

FIG. 3. — Arrangement des frustules en chaîne (assez rare). Les cellules sont maintenues réunies par une gaine mucilagineuse recouvrant tout le frustule, mais plus épaisse aux extrémités en contact. Cette gaine peut être mise en évidence par des colorants. Elle n'est pas représentée sur la figure 3, mais les granules à l'extérieur des frustules de la figure 2 en sont des fragments.

FIG. 4. – Division des frustules. Elle commence par la partie basilaire ou proximale qui est alors élargie et s'étend progressivement sur toute la longeur du frustule.

FIG. 5. — Division entièrement terminée, les frustules arrangés en spirale. Les parties basilaires se recouvrent partiellement. Les quatre frustules du quadrant inférieur sont sur trois plans différents.

DIAGRAMMES MONTRANT LES VARIATIONS DU FONCTIONNEMENT ET DU DÉBIT DE LA FONTAINE INTERMITTENTE DE CRUPET.

FIG. 2. — **Observation du 31 mai 1899.**

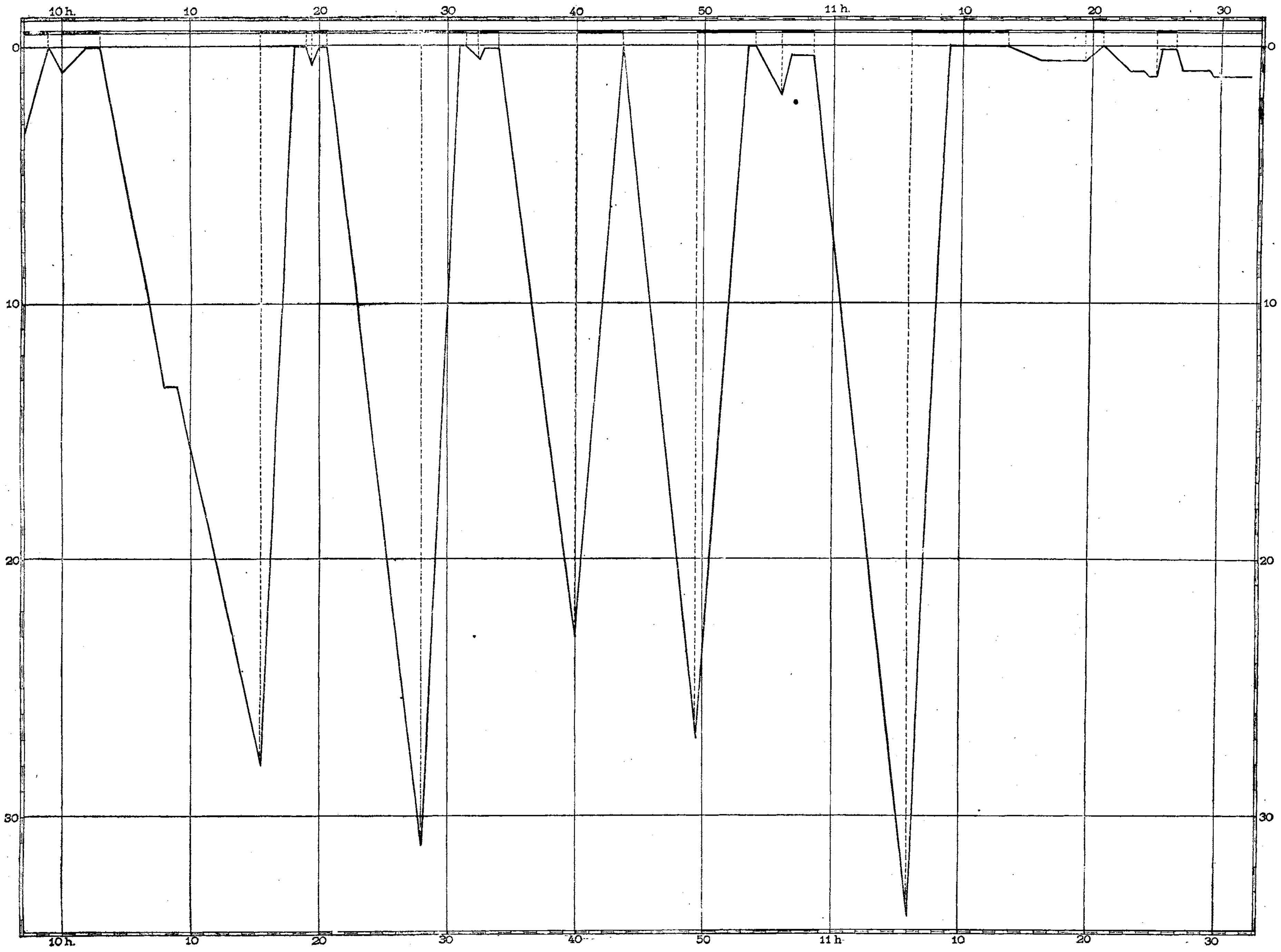
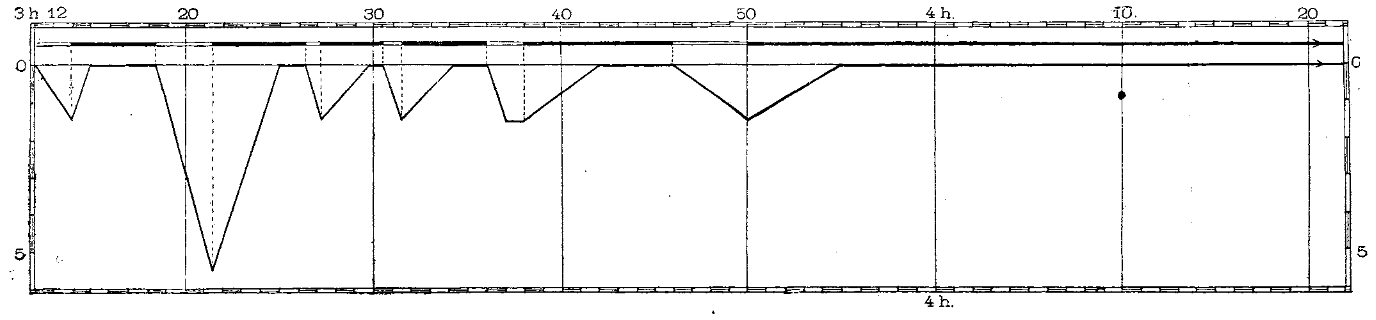
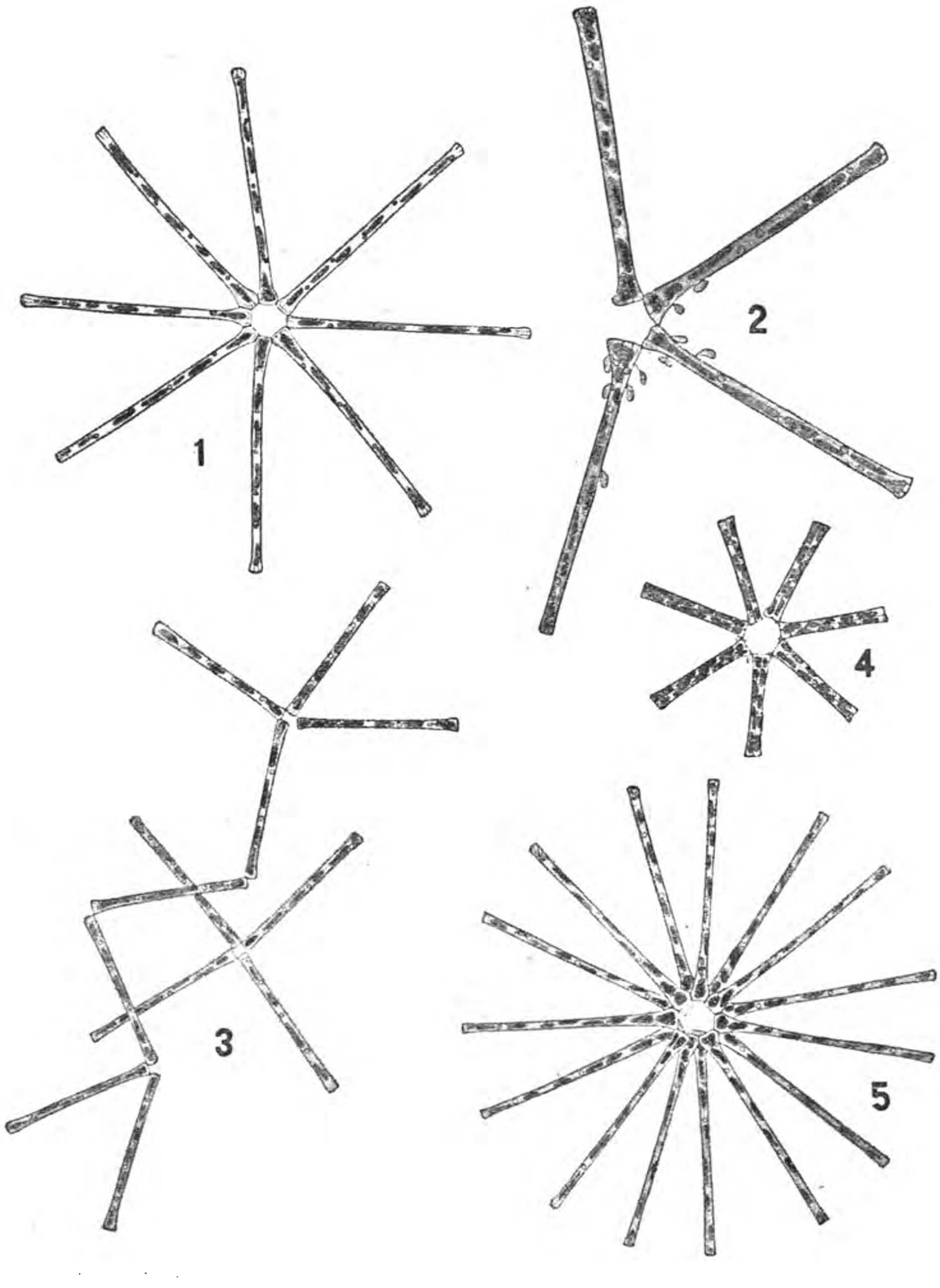


FIG. 1. — **Observation du 22 mai 1899.**





ASTERIONELLA FORMOSA VAR. GRACILLIMA.

Grossissement : 500 diamètres.

SPIRE DENTICULÉE DE HELICOPRION BESSONOWI (*Karpinsky*).

MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

(BRUXELLES)

Tome XIII

(Deuxième série, tome III)

ANNÉE 1899

BRUXELLES

HAYEZ, IMPRIMEUR DES ACADÉMIES ROYALES DE BELGIQUE

112, rue de Louvain, 112

MEMOIRES
DE LA
SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE, DE PALÉONTOLOGIE & D'HYDROLOGIE
BRUXELLES
TOME XIII — ANNÉE 1899

NOTE
SUR
L'ORIGINE DES PALEODICTYON

PAR

le Dr Federico SACCO (1)
Professeur de Paléontologie à l'Université de Turin.

Planche I

Sur les couches gréseuses, ou argilo-gréseuses, des divers horizons géologiques des terrains sédimentaires, on observe parfois certains reliefs curieux, rétiformes, qui furent signalés depuis plus de cinquante ans, étudiés par plusieurs géologues et paléontologues, et auxquels on a donné les interprétations les plus disparates.

Déjà dans la première moitié de ce siècle, le professeur James Hall, dans son *Report on the Fourth District of New York*, décrivit (pp. 92 et 93) en en donnant la figure, ces empreintes rétiformes, et, tendant à les considérer comme des PHÉNOMÈNES DE CONCRÉTION, il les définissait : *knobs or incipient concretions*, qui, par conséquent, auraient eu le côté convexe tourné vers le haut.

Au « Meeting of the American Association for the Advancement of Science », qui se tint à New-Haven en 1850, le professeur Benjamin

(1) Présenté à la séance du 16 mars 1899.

Silliman parla de semblables petites cavités sphéroïdales qui se rencontrent sur certains bancs siluriens du Niagara Group de New-York et fut d'avis qu'elles auraient pu avoir été produites par des têtards; le docteur N. S. Manross observa aussi que des cavités pareilles sont produites par le mouvement rotatoire des têtards.

En l'année 1851, le professeur Ménéghini, dans l'*Appendice* au mémoire de Murchison : *Sulla struttura geologica delle Alpi, degli Appennini e dei Carpazi*, s'occupant de ces vestiges, qui se trouvent quelquefois sur des plaques gréseuses à *Némertilites* de l'Apennin, établissait pour eux le genre nouveau Paleodictyon, avec le diagnostic : « Frons reticulata, areis pentagonis », et en déterminait une espèce unique : *Paleodictyon Strozzii*, qu'il décrivit minutieusement. Quant à l'interprétation de ce fossile, M. Ménéghini ajoute : « La evidente » analogia di questo resto organico coll' *Hydrodictyon pentagonum* e » con qualche Ceramiea (*Halodictyon*) di analoghe forme, ci induce a » crederlo spettante alla classe delle Alghe, e ci suggerisce il nome che » proponiamo. »

Ultérieurement, le professeur Edw. Hitchcock observa de très beaux exemplaires de ces empreintes sur les Red Shales de South Hadley, dans le Massachusetts, et ayant accidentellement découvert des dépressions semblables dans des localités à sol boueux, dans le South Hadley, dépressions qu'il crut faites par des têtards, il émit les mêmes idées que Silliman, sans même en avoir eu connaissance, au « Meeting of the American Association for the Advancement of Science », tenu à Albany en 1856.

En 1857, le même professeur Hitchcock observa mieux le phénomène en question dans un bourbier peu profond et en train de se dessécher, formé par une inondation passagère du fleuve Connecticut, près du pont de Northampton; il se convainquit que ces cavités avaient été produites par les têtards d'une grenouille (*Rana fluviatilis?*) avant qu'ils parvinssent à l âge adulte, et il nomma ces curieuses dépressions *Tadpole Nest*, constituant des *Tadpole Cities*, villes de têtards!

Enfin, en 1858, le professeur Hitchcock, dans son ouvrage : *Ichnology of New England*, 4°, Boston, traitant des grès de la vallée de Connecticut (Massachusetts), s'occupa de nouveau de ces empreintes réticulées, qu'il nomma Batrachoides, dont il donna comme caractères génériques : *Animal a Batrachian, analogous to a species of Rana*, et les décrivit en détail (pp. 122 et 123), les figurant dans les planches XXI et L; il en détermina deux espèces distinctes, savoir : *Batrachoides nidificans*, de South Hadley, près du fleuve Connecticut et près du Mount Holyske Seminary; et *Batrachoides antiquior* des schistes gréseux du Silurien

(Niagara Group), des environs de Löckport (New-York). De cette manière et avec de telles indications, le professeur Hitchcock faisait remonter jusqu'au Silurien l'apparition des Batraciens!

Les vestiges fossiles rétiformes du Tertiaire supérieur de Senigallia, dont parle M. Massalongo en 1857, sont positivement bien différents des *Paleodictyon* et sont probablement d'une origine organique; tout en les comparant aux *Paleodictyon* Menegh., M. Massalongo les rapprocha des *Hydrodictyon* et en constitua ensuite le nouveau genre *Hydrodictyopsis*, les décrivant et les figurant mieux en 1859, dans ses *Studi sulla flora fossile del Senegallese*, 4°, Imola.

Nous devons aussi rappeler que le professeur O. Heer, dans son ouvrage fameux : *Die Urwelt der Schweiz*, Zurich, 1865, donna (p. 245) le nom de *Paleodictyon* à des empreintes irrégulières du *Flysch*, ne sachant pas que ce nom avait été déjà employé bien avant par M. Méneghini pour des empreintes bien différentes. Ce double usage du même nom passa inaperçu pendant un temps assez long, car, en 1877, M. Heer, dans son importante étude : *Die Vorweltliche Flora der Schweiz*, III, Zurich, continua à se servir du nom de *Paleodictyon* pour ces empreintes irrégulières qui se trouvent parfois sur les plaques des terrains liasiques, jurassiques et des dépôts éocènes des Alpes suisses et qu'il attribua à quelque *Dyctiotacea*.

Ce fut en 1881 que M. G. Peruzzi, dans ses *Osservazioni sui generi Paleodictyon e Paleomeandron dei terreni cretacei ed eocenici dell' Appennino settentrionale* (Atti Soc. tosc. Sc. Nat., vol. V, fasc. I), releva le fait et changea *Paleodictyon* Heer 1865 en *Heterodictyon* Per. Dans cet ouvrage M. Peruzzi, outre le *Paleodictyon Strozzii* Ménégh. du Crétacé et de l'Éocène, décrivit et dessina encore le *P. majus* Ménégh. de l'Éocène inférieur et moyen et le *P. giganteum* Per. du Crétacé supérieur ou de l'Éocène inférieur (car il y a des incertitudes dans l'interprétation chronologique des schistes gréseux qui les contiennent), mais il ne s'occupa nullement de l'origine de ces empreintes.

Entretemps, en 1863, le professeur W. von der Marck, dans son Mémoire sur les *Fossile Fische, Krebse und Pflanzen aus dem Plattenkalk der jügensten Kreide in Westphalen* (Paleontographica, vol. XI), indiqua simplement (p. 6) les empreintes rétiformes en question, les nommant *Glenodictyum hexagonum* v. Marck, et les interprétant comme *eine grosse, den Spongien nahestehende Koralle* du Crétacé.

Ensuite, le même W. v. Marck, dans *Neue Beiträge zur Kenntniss der Fossile Fische u. andere Thierreste auf der jungsten Kreide Westphalens* (Paleontographica, vol. XXII, 1. Lief., 1873), parle de nouveau (p. 68) de ce *Glenodictyum pentagonum* qu'il place, sans autre explication, dans

les *Seeschwamme (Amorphozoa, Spongiae)* du Crétacé, et il en donne la figure au n° 10 de la planche II.

En 1868, le professeur G. Capellini, dans son ouvrage sur les *Giacimenti petroleiferi di Valacchia e loro rapporti coi terreni terziari del l'Italia Centrale* (MEM. R. ACC. DELL' ISTITUTO DI BOLOGNA, série 2, vol. VII), dit que sur les schistes gréseux de l'Éocène, près de Moinesti en Valachie il a découvert des empreintes de *Paleodictyon* d'une grande affinité avec le *P. Strozzii* Ménégh., et qu'un fossile pareil avait été également observé par lui dans des couches semblables de l'Apennin septentrional près de Sogliano, au Rubicone.

Le professeur Ch. Mayer, qui connaît si bien les terrains et les fossiles tertiaires, dans sa note *Sur la carte géologique de la Ligurie centrale* (B. S. G. F., 3e sér., t. V, p. 282, 1877), parlant du terrain *Aquitanien*, traite (p. 6) des empreintes en question et les croit DUES A LA RUPTURE EN LOSANGES D'UNE COUCHE DE VASE MISE A SEC ET AU REMPLISSAGE DE CES FISSURES PAR DU SABLE APPORTÉ PAR UNE NOUVELLE MARÉE.

Peu après, le même M. Mayer, dans la note *Zur Geologie des mittleren Ligurien* (Zürcher. Naturforsch. Gesellsch., Bd XXIII, 1878), revient (p. 7) sur ces empreintes à réseaux, auxquelles il donne le nom de PARETODICTYON, les divisant en deux espèces : *Paretodictyon aquitanicum* et *P. helveticum*, selon la largeur de leurs mailles, et réitère l'opinion qu'elles proviennent du remplissage de fissures.

Cependant le professeur Jakab-tól Matyasovszky, faisant des études géologiques dans les provinces de Szepes et Sáros, en Hongrie, découvrait les empreintes rétiformes en question sur les plaques de ce fameux *Karpathensandstein*, considéré en général d'âge éocénique, mais qui probablement doit se rapporter en partie à l'Éocène et en partie au Crétacé, ainsi que les formations semblables de l'Apennin septentrional d'Italie. M. Jakab-tól, dans un mémoire spécial : *Ein fossiler Spongit aus dem Karpathensandsteine von Kis-Lipnik im Sároser Comitate* (TERMÉSZETRAJZI FUZETEK, vol. II, part. IV, 1878), décrivit et figura ces empreintes sous le nom de *Glenodictyum carpaticum* Maty., les attribuant à des *Amorphozoa* SPONGIAE, c'est-à-dire se conformant tout à fait aux idées de M. v. d. Marck.

Le sénateur G. Scarabelli Gommi Flamini, dans sa *Descrizione della Carta geologica del versante settentrionale dell' Appennino fra il Montone e la Foglia*, Forli, 1880, annonce (p. 47) avoir trouvé les *Paleodictyon* dans diverses parties du Forlivese, sur des bancs gréseux du Miocène inférieur, et décrit une forme nouvelle, à aires hexagonales, qu'il nomma *P. Rubiconi* Scar.

Quant à leur origine, il n'émit pas d'opinion décisive; il indiqua

seulement que ces fossiles « ricordano le forme esterne di un favo e più » precisamente le traccie che questo lascerebbe nelle pareti interne del » l'alveare, quando ne fosse stato distaccato ». Cette idée fut ensuite caressée par M. Scarabelli dans l'étude qu'il fit sur les empreintes fossiles et sur le moyen artificiel de les reproduire, de sorte que, plusieurs années après, c'est-à-dire à la suite de ma note de *Paleoicnologia italiana* (1888), où j'avançai l'idée de l'origine inorganique des *Paleodictyon*, M. Scarabelli m'écrivit n'être pas d'accord avec ma théorie et m'envoya, par la même occasion, de très belles empreintes en plâtre, montrant assez bien les réseaux des *Paleodictyon;* ces empreintes avaient été produites artificiellement au moyen d'un nid de guêpes qu'on laissa tomber légèrement sur de la boue; il ajoutait ensuite qu'il n'était pas loin de supposer que les *Paleodictyon* dérivassent de NIDS D'ANIMAUX DU GENRE DES GUÊPES OU DES ABEILLES, TRANSPORTÉS PAR LE VENT SUR LA PLAGE MARINE.

Le *Paleodictyon rubiconis* Scar. a été figuré seulement beaucoup plus tard, et très grossièrement, par M. Trabucco dans sa Note sur *Il Langhiano della Provincia di Firenze* (BOLL. SOC. GEOL. ITAL., vol. XIV, p. 176, fig. 6), sans qu'il y fût traité cependant de l'origine probable du *Paleodictyon*.

Pendant le levé géologique du Bassin tertiaire du Piémont, j'eus plusieurs fois l'occasion d'observer et de recueillir des empreintes de *Paleodictyon* sur des plaques gréseuses soit du Miocène, soit de l'Oligocène; ainsi je pus les décrire et les figurer dans une Note : *Intorno ad alcune impronte organiche dei terreni terziari del Piemonte* (ATTI R., ACC. SC. TORINO, vol. XXXI, 1886), proposant des espèces nouvelles de *Paleodictyon*, savoir : *P. regulare* Sacc. du Tongrien du Tortonais, *P. miocenium* Sacc. de l'Helvétien supérieur du Monrégalais, *P. tectiforme* Sacc., de l'Helvétien des Langhes et *P. maximum* Sacc., aussi de l'Helvétien des Langhes.

Dans cet ouvrage, considérant la nature des dépôts qui renferment ces curieuses empreintes, j'exprimai l'hypothèse qu'elles étaient peut-être le résultat de quelque organisme (Algues cénobiées?) qui se serait développé dans des régions de bas-fonds marins sablonneux, peu profonds et se soulevant légèrement vers une plage plus ou moins voisine.

M. R. Zeiller, commentant cette note dans l'*Annuaire géologique universel*, tome III, 1887, p. 218, croit, au contraire, que les *Paleodictyon* doivent appartenir aux Polypiers ou aux Spongiaires.

M. De Stefani exprimait une opinion semblable, analogue d'ailleurs à celle de M. v. d. Marck et de M. Matyasovszky, dans son ouvrage sur l'*Appennino tra il colle dell' Altare e la Polcevera* (BOLL. SOC. GEOL. ITAL., t. VI, 1887), où, page 252, il dit qu'il croit que les *Paleodictyon* sont

maglie di Spugne caliciformi simili alle EUPECTELLA *rotte*. Dans le Musée géologique de Florence, une empreinte rétiforme semblable aux *Paleodictyon* est interprétée comme un Bryozoaire, sous le nom de RETEPORA.

En 1888, je m'occupai de nouveau de diverses empreintes fossiles et par conséquent aussi des empreintes rétiformes, les décrivant et les figurant dans mes *Note di Paleoicnologia italiana* (ATTI SOC. ITAL. DI SC. NAT., vol. XXXI, 1888). Dans cet ouvrage, je traitai non seulement des *Paleodictyon* du Piémont, mais aussi des *Paleodictyon* éocéniques du Frioul; en parlant du *P. majus*, j'indiquai comment, sur quelques exemplaires, l'aire des mailles du réseau se présente très allongée, c'est-à-dire même de plus de 3 centimètres dans une certaine direction, que parfois même dans cette direction l'aire ne se ferme aucunement, mais continue dans une sorte de long canal limité par les reliefs ordinaires subparallèles; je décrivis quelques formes nouvelles, comme le *P. Tellinii* Sacc. et le joli *P. minimum* Sacc. à mailles très petites, tous les deux de l'Éocène du Frioul; je traitai encore des formes connues jusqu'alors, faisant observer leur grande variabilité, le passage des unes aux autres, le fait que les mailles peuvent avoir des diamètres très variables, savoir d'environ 2 millimètres (*P. minimum*) à plus de 5 centimètres, etc. Quant à l'origine des *Paleodictyon*, après avoir douté de leur origine organique, généralement acceptée, je m'exprimai (en italien) textuellement de cette manière :

« Le long des petits torrents à cours peu rapide, spécialement là où » se trouvent de petits bassins peu profonds (savoir un peu plus d'en- » viron 30 centimètres) ou bien de petites anses où l'eau présente un » mouvement lent et régulièrement rythmé, j'eus souvent l'occasion » d'observer que le fond boueux, sans qu'aucune cause organique, ani- » male ou végétale, apparût, présentait l'aspect d'un réseau assez régu- » lier, avec les mailles généralement hexagonales, conchoïdales, de la » largeur de 3 à 5 centimètres environ, et séparées les unes des autres » par des reliefs de la même vase, de manière à rappeler assez bien les » formes de *Paleodictyon*, particulièrement du *P. tectiforme* et du » *P. maximum*. Par le dessèchement et par la compression de ces » fonds vaseux ayant la forme de réseaux, la ressemblance indiquée » doit probablement augmenter encore.

» Or, si nous considérons que les plaques à *Paleodictyon* représen- » tent précisément des dépôts formés en mer, mais dans des bas-fonds » ou près des littoraux à pente très douce, où l'eau était sujette à un » mouvement pas très fort et régulièrement rythmé, qui pouvait faire » sentir son action sur le dépôt vaseux, même sablonneux, du fond, il » nous vient naturellement à l'idée que les *Paleodictyon* seraient seule-

» ment le résultat du phénomène physique de la lente et régulière
» réunion, à forme de réseau, des particules qui viennent peu à peu
» à constituer les dépôts boueux-sablonneux des bas-fonds marins et
» d'eau douce; et s'il est surprenant de constater cette disposition
» régulière à mailles relevées, il est cependant utile non seulement de
» penser aux reliefs à réseaux réguliers et très curieux qui se forment
» présentement sous nos yeux dans les conditions sus-indiquées, mais
» de considérer encore, dans un autre ordre de phénomènes, la for-
» mation des colonnes basaltiques régulières, presque toujours hexago-
» nales, édifiées par un phénomène purement physique. »

L'année suivante, en 1889, M. R. Zeiller, dans l'*Annuaire géologique universel*, tome V, page 1239, analysant cet ouvrage, résume ainsi mon hypothèse sur les empreintes de *Paleodictyon* : « M. Sacco fait remar-
» quer qu'il s'en produit d'analogues, par suite du mouvement d'oscil-
» lation de l'eau, dans les bassins peu profonds qui se forment dans
» les ruisseaux à cours peu rapide; aussi doute-t-il sérieusement que ce
» genre de *Paleodictyon* ait une origine organique. »

Récemment, M. Th. Fuchs, qui depuis quelques années s'occupe avec grand intérêt de Paléoichnologie, dans ses *Studien über Fucoiden und Hieroglyphen* (Denkschr. k. Akad. Wissensch., Bd LXII, 1895), étudia, dans un chapitre spécial, les *Hieroglyphen*, str. sensu ou *Graphoglypten*, comme il désigne l'ensemble des *Pleurodictyon*, des *Palaemeandron*, des *Paleodictyon*, etc., et, après plusieurs considérations, il en arrive à conclure qu'il s'agit de restes laissés par des *Laichschnüre von Schnecken*, savoir, par des cordons ovariques de Mollusques. M. Fuchs base son opinion sur les analogies que présentent certains paquets ovariques de Mollusques, comme, par exemple, du Gen. *Eolis*, avec les dessins de quelques *Graphoglyptes*, par exemple, des *Palaeomeandron*. Quoique réellement ces analogies soient parfois assez curieuses et que des amas ovariques, gisant sur un fond bourbeux, puissent aussi, par hasard, laisser quelquefois des empreintes rétiformes, l'explication ne me paraît pas généralement acceptable.

Dans ces dix dernières années, en complétant les levés géologiques du *Bacino Terziario del Piemonte* et celui de l'*Appennino settentrionale*, j'eus fréquemment l'occasion, soit de recueillir les empreintes fossiles en question, depuis l'Eocène jusqu'au Mio-Pliocène, partout où ces terrains se présentaient en bancs gréseux avec facies de dépôt de littoral, soit d'observer de nouveau et fréquemment de semblables dessins rétiformes sur le fond sablonneux-vaseux de bourbiers, spécialement près d'un cours d'eau à mouvement lent; mais ayant observé alors que ces dépressions étaient souvent occupées par des têtards, il

me vint le doute que ceux-ci, avec leurs mouvements et avec leurs habitudes de se réunir, pouvaient être les facteurs des empreintes en question; de sorte que, environ un demi-siècle plus tard, je répétais, sans en avoir connaissance, les observations et les considérations faites dans le nord d'Amérique par M. Silliman et par M. Hitchcock.

Mais la nature évidemment marine des dépôts à *Paleodictyon* ne me permettait pas d'admettre que ces empreintes eussent été produites par des têtards; il me restait cependant le doute que des petits poissons marins, ayant des habitudes analogues à celles des têtards (qui, d'ailleurs, sont justement des amphibies à l'état ichthyoïde), eussent pu donner origine aux empreintes en question sur les dépôts sableux des bas-fonds marins.

Finalement, l'an passé, désirant dissiper le doute susdit, je pensai faire des observations en des sites et en des saisons où les têtards n'existent pas, et je fus à même de me convaincre que le phénomène des *Paleodictyon* est tout à fait indépendant de ces animaux, qui vont parfois simplement se placer dans les cavités à forme de réseaux *qui existaient déjà,* s'étant formées précédemment par un simple phénomène physique.

Au fait, pendant toute la saison hivernale, j'observai toujours les cavités à réseaux aux bords du Pô près de Turin, là où le rivage sablonneux présentait des sinuosités capables de rendre le mouvement de l'eau lent et rythmique. J'eus l'occasion d'observer le même phénomène, et dans des conditions analogues, en été, dans la haute montagne, comme près de Valtournanche, le long du torrent Marmore, à plus de 1.000 mètres au-dessus du niveau de la mer. En outre, et très fréquemment, il me fut donné de constater le phénomène identique, même étendu à quelques mètres carrés, dans des bourbiers, dans des anses de torrent, etc., sur plusieurs points de l'Apennin septentrional, où il n'y avait pas trace de têtards ni de grenouilles. L'hiver passé, m'étant occupé plus particulièrement du phénomène en question, je pus constater *de visu,* sur plusieurs points de la rive gauche du Pô, près de Turin, la formation des reliefs à forme de réseau causée par le simple fait du mouvement rythmique des ondes, qui, dans certaines sinuosités particulières du rivage, après avoir battu contre la rive, se rencontrent, retournant en arrière, avec les ondes suivantes, de manière à produire des ondes d'interférence qui se présentent presque comme des réseaux. Ces mouvements ne se limitent pas à la surface de l'eau, mais se propagent aussi à toute la masse aqueuse, pour une certaine profondeur, de manière à imprimer aux matériaux sablonneux-boueux du fond un mouvement oscillatoire analogue à celui de la surface. Il s'ensuit que

ces matières du fond, au lieu de constituer les ordinaires *ripple-marks* allongées et subparallèles, donnent naissance, dans les conditions que je viens de décrire, à un réseau en relief plus ou moins régulier, selon la régularité plus ou moins grande du phénomène et selon la forme de l'anse, suivant les objets environnants qui se trouvent sur le fond, la forme de ce fond sablonneux, la forme de la rive voisine, la force du mouvement de la masse liquide, etc. Ce phénomène se produit assez rapidement, de sorte que, si l'on dérange ces réseaux, on voit qu'ils se reconstituent peu à peu, même en peu de minutes, là où la force de l'onde est plus marquée, comme contre le rivage, plus lentement dans les dépôts plus profonds. Dans le lit des fleuves et des torrents, j'ai vu se former ces cavités à forme de réseau, depuis quelques centimètres jusqu'à 50 centimètres de profondeur, et seulement dans les zones tranquilles des anses, parce que dans les autres zones le courant a un tel mouvement qu'il ne permet pas ces formations. Dans les régions marines, où le mouvement de l'onde s'étend aussi à de grandes profondeurs et certainement avec une régularité notable dans certaines aires spéciales, il est plus que probable qu'il peut se constituer sur les fonds marins sablonneux-boueux, de larges zones à reliefs rétiformes assez réguliers, même à plusieurs dizaines de mètres de profondeur. Quant à la dimension des reliefs, à l'ampleur des aires à réseaux, etc., j'observai qu'elles sont spécialement en rapport avec la nature du fond, avec la force du mouvement qui les produit et, par conséquent, avec la plus ou moins grande profondeur de la zone où ils se constituent; ainsi, dans les régions fluviales, les reliefs sont plus épais, plus hauts et plus irréguliers près des rives, et deviennent plus grêles, plus minces, plus réguliers au fur et à mesure que le fond va s'abaissant et se dérobe ainsi à l'action plus énergique et directe du mouvement superficiel des ondes, les matières constituant le fond étant naturellement aussi plus tenues dans ce cas. Cela nous expliquerait la gracilité et la régularité de quelques *Paleodictyon* et le fait que, en général, plus est grossier l'ensemble matériel de la plaque sur laquelle gisent les *Paleodictyon*, plus ils sont hauts, relevés et souvent irréguliers : les *Paleodictyon* plus petits et plus minces se rencontrent plutôt sur des plaques calcaires-marneuses à éléments fins. Les reliefs à forme de réseaux qui s'observent sur les fonds bourbeux des mares sont, il est vrai, généralement assez hauts et relevés, mais il faut considérer qu'ils se sont formés à une bien petite profondeur; souvent ils se présentent comme inclinés les uns sur les autres, comme cela se voit aussi dans certains *Paleodictyon* (*P. tectiforme*).

Je notai, en plusieurs cas, que les reliefs à réseaux ou analogues,

observés sur le fond des mares et dans les anses des fleuves, s'étendent aussi sur des objets divers, comme sur des pierres, sur des plaques en saillie, etc. Ce phénomène rappelle le fait que l'on a également rencontré des *Paleodictyon* sur des fossiles, comme, par exemple, un bel exemplaire observé sur un *Inoceramus.*

Ayant tenté de reproduire dans mon cabinet les réseaux en question, je réussis assez bien quand je donnai un mouvement rythmique, oscillatoire, presque un tremblement, à un petit plat plein d'eau, au fond duquel se trouvait un peu de sable fin; je produisis de cette manière dans l'eau du bassin des ondes d'interférence, qui se propageaient jusque sur le fond et y distribuaient le sable en reliefs rétiformes.

Par conséquent, il me semble aussi prouvé que les reliefs à réseaux qui se rencontrent à l'état fossile, ont une origine semblable, *simplement physique.* Les différences de forme, d'épaisseur, de dimension, etc., dépendent probablement des différences ambiantes, de la profondeur de l'eau, de la force dans le mouvement oscillatoire, de la nature des éléments qui constituent le fond, etc. Je ne nie pas cependant qu'il y a des *Paleodictyon* si petits (par exemple, le *P. minimum*), et d'autres si réguliers (exemple, le *P. regulare,* le *P. carpaticum,* etc.), qu'il paraît impossible qu'ils soient le résultat d'un simple phénomène physique plutôt que l'œuvre d'un organisme; mais si, outre les échantillons réguliers que l'on recueille et que l'on conserve habituellement dans les musées, on tient compte aussi des nombreuses empreintes irrégulières qui accompagnent les régulières et qui s'associent à ces dernières de mille façons, l'explication proposée devient plus facilement acceptable. D'autre part, il est aussi hors de doute que, dans plusieurs phénomènes purement physiques, nous trouvons aussi une grande régularité de formes, également à type hexagonal ou pentagonal.

A part les *Paleodictyon*, je crois que d'autres reliefs qui se rencontrent fréquemment sur les plaques de plusieurs horizons géologiques, sont aussi d'origine physique, analogue à celle sus-indiquée; ainsi, quelques *Helminthoida*, spécialement celles coudées, que je nommai, pour ce motif (en 1886), *Urohelminthoida* (et que M. Nathorst explique comme produites par un ver qui, dans ses tours, rampait pendant un certain temps en arrière au lieu de faire simplement une courbe), représentent ces cordons en relief spéciaux, sablo-limoneux, qui se forment sur les fonds sous l'eau; l'*U. appendiculata* (Heer) du Crétacé et de l'Eocène alpin et apenninique est bien connue; dans l'Oligocène du Tortonais, je signalai une empreinte semblable par le nom de *U. dertonenis* Sacc. M. Fuchs, dans ses récentes *Studien über Fucoiden und Hieroglyphen,* les décrivit et les figura, les appelant *Hercorhaphe* (1895), et les interpré-

tant comme les restes de cordons ovariques de Mollusques. Or, examinant le mode de formation des reliefs réticulés ou *Paleodictyon*, j'observai aussi que, souvent dans le voisinage, dans des conditions un peu analogues mais où le mouvement ondulatoire est plus simple, c'est-à-dire seulement à ondes parallèles, il se constitue sur le fond des reliefs linéaires parallèles; ceux-ci, là où le fond descend dans le sens de leur direction, s'abaissent aussi rapidement, se réunissent et finissent souvent en un petit relief unique à forme de queue, reproduisant ainsi très bien les reliefs caractéristiques des *Urohelminthoida*. Parfois, au contraire, c'est un relief linéaire qui se dédouble, en rapport avec la forme du fond, avec la nature et avec l'allure du mouvement de l'onde, etc.

M. Th. Fuchs, dans ses *Studien über Fucoiden und Hieroglyphen*, décrivit aussi minutieusement quelques curieux reliefs hiéroglyphiques, dont il donna plusieurs figures à la planche V de son ouvrage, reproduisant des plaques du *Flysch* (que je crois crétacé) de Rignano près de Florence; ces reliefs spéciaux reçurent de M. Fuchs le nom de *Desmograpton* (page 26) et furent aussi interprétés, avec les autres Graphogliptes, comme des résidus de séries ovariques de Mollusques. Pour ce cas aussi, j'eus l'occasion d'observer fréquemment que des reliefs analogues aux *Desmograpton* se forment sur les fonds bourbeux-sablonneux, où le mouvement des ondes de la masse d'eau, tout en étant régulier dans son ensemble, c'est-à-dire à ondes subparallèles, présente une certaine interférence qui donne justement naissance, entre les reliefs parallèles du fond, à des traits en relief, perpendiculaires, ou à peu près, aux premiers; souvent le phénomène se répète dans une certaine direction, d'une manière analogue à celle qu'indiquent les figures données par M. Fuchs pour ses *Desmograpton*.

Il ne serait pas impossible que les *Eoclathrus* Squin. 1888 représentassent aussi des contre-empreintes de reliefs semblables aux sus-indiqués. On pourrait peut-être expliquer de la manière ci-dessus décrite les *Tropfenplatte* ou *Regentropfenplatte* observés sur des bancs calcaires d'âges divers, spécialement du secondaire. M. Fuchs, dans l'ouvrage cité (où à la figure 5 de la planche IX il donne une belle phototypie d'un *Tropfenplatte* du Lias de Pfahlbronn), explique ces fossiles comme le résultat du travail corrosif de certaines algues aquatiques.

CONCLUSION.

Sur les couches gréseuses ou argileuses de diverses formations géologiques, depuis le Silurien jusqu'au Mio-Pliocène, on trouve des

reliefs rétiformes plus ou moins réguliers, à mailles pour la plupart hexagonales ou pentagonales, de dimensions variées.

Ces curieux reliefs, connus depuis plus d'un demi-siècle, furent d'abord jugés par le professeur J. Hall comme des *phénomènes de concrétion* et indiqués comme KNOBS ou *incipient concretions,* considérés par M. Méneghini comme des restes d'*Algues Céramiées* et par conséquent nommés PALEODICTYON Menegh. 1851; interprétés ensuite par Silliman, Manross et Hitchcock comme l'*œuvre des têtards de grenouilles,* savoir, comme *Tadpole Nest,* constituant des restes de *Tadpole City* et conséquemment nommés BATRACHOIDES Hitch. 1858; attribués ensuite par M. W. von der Marck et par M. Matyasovszky à des *Seeschwämme (Amorphozoa, Spongiae)* et appelés GLENODICTYON v. Marck 1863; interprétés plus tard par M. Mayer comme dus à la *rupture en losange d'une couche de vase mise à sec et au remplissage des fissures* par du sable apporté par une nouvelle marée et désignés par le nom nouveau de PARETODICTYON en 1878; comparés, plus tard encore, en 1880, par M. Scarabelli, aux *empreintes que pourrait laisser un rayon d'Abeilles qui tomberait sur un dépôt limono-sableux;* interprétés de nouveau, en 1887, par M. Zeiller, comme des restes de POLYPIERS ou de *Spongiaires,* et par M. De Stefani comme des *Mailles* D'EPONGES *caliciformes pareilles aux Euplectella;* indiquées parfois comme des bryozoaires du genre *Retepora;* enfin, en 1895, par M. Fuchs, comme LAICHSCHNÜRE VON SCHNECKEN (c'est-à-dire comme des *cordons ovariques de Mollusques*) et réunis à divers autres reliefs qu'il nomma collectivement GRAPHOGLYPTEN.

Dès l'an 1888, dans mes *Note di Paleoicnologia italiana,* j'énonçai l'opinion que ces curieux reliefs rétiformes pouvaient avoir pour origine la simple action du mouvement des ondes d'interférence d'une masse d'eau (douce ou marine, indifféremment) sur les fonds sablo-limoneux; ce phénomène se produirait dans des conditions spéciales de milieu ambiant, relativement tranquille, d'une masse d'eau, peu profonde, animée par l'interférence régulière d'ondes agitant la masse liquide, etc.

Aujourd'hui, après dix ans d'observations, soit sur les *Paleodictyon* fossiles rencontrés dans mes levés géologiques, soit sur les reliefs qui se forment journellement sous l'eau dans les anses tranquilles, il me semble que cette interprétation est toujours plus acceptable et de plus susceptible d'expliquer aussi l'origine d'autres reliefs fossiles assez étranges, comme les *Urohelmintoidea* Sacc. 1888 (ou *Hercoraphe* Fuchs 1895), les *Desmograpton* Fuchs 1895, les *Tropfenplatte,* etc., qui seraient seulement des modalités diverses et intéressantes des *Ripple-Marks* bien connues.

DESCRIPTION CRISTALLOGRAPHIQUE

DU

QUARTZ DE NIL-SAINT-VINCENT (1)

PAR

D. VANHOVE
Docteur en sciences naturelles,
Aide-préparateur à l'Université de Gand.

Planches II et III

A Nil-Saint-Vincent affleurent des quartzites qui ont été rapportés à l'assise devillienne inférieure (**Dv 1**). Dans les carrières où ces quartzites ont été exploités, on a rencontré des cristaux de quartz sur lesquels, dès 1876, M. de la Vallée Poussin publia un travail intéressant (2). Les bancs de quartzites qui se trouvent sur les confins des villages de Corbais et Nil-Saint-Vincent, sont traversés par un certain nombre de joints, où se sont déposés de fort beaux cristaux de quartz de toutes dimensions et dont les plus grands dépassent 50 centimètres. Le filon principal a la forme d'une poche, dont les parois constituées par le quartzite sont couvertes de quartz plus ou moins compact et grossier, ainsi que de quelques druses de cristaux, dont les sommets sont dirigés vers l'axe du filon. Cette poche qui n'a qu'une faible

(1) Présenté à la séance du 16 mai 1899.

(2) CH. DE LA VALLÉE POUSSIN, *Note sur les cristaux de quartz de la carrière de Nil-Saint-Vincent.* (ANNALES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE BELGIQUE, t. III, p. 53, Liége, 1876.)

largeur sur une très grande longueur, est remplie d'une substance brune vers le haut, jaune vers le bas, qui, d'après M. Renard, est une muscovite altérée (1). Cette substance micacée renferme un certain nombre de minéraux, tels que l'octaédrite, le zircon, l'anatase, le rutile, la monazite, la tourmaline, des petits grains de quartz, des concrétions siliceuses, ainsi que du quartz pseudomorphique de l'arsénopyrite cristallisée. On y a encore observé de nombreux cristaux de quartz disposés sans ordre, brisés, quelquefois bipyramidés et montrant fréquemment des traces d'autres cristaux primitivement accolés, qui sont soit des empreintes en forme d'escalier, soit des débris quartzeux irréguliers.

Nous résumons ici les opinions émises par M. de la Vallée Poussin, en y ajoutant quelques observations personnelles.

Il est difficile d'admettre que les cristaux bipyramidés, qu'on rencontre en assez grande quantité à Nil-Saint-Vincent, se soient formés sur les parois des filons des quartzites et s'en soient ultérieurement détachés. Ils ne peuvent non plus s'être développés dans la masse des filons, puisque à côté de ces cristaux on en trouve d'autres brisés, dont le sommet est identique à l'un des sommets des individus bipyramidés. De plus, c'est en général du côté des cristaux où le prisme présente la plus grande largeur, que s'est développée une pyramide multiple. Or, dans les druses la base de soutènement des cristaux est ordinairement élargie. Il faut encore observer que certains cristaux présentent des différences dans leur couleur ou leur limpidité, différences qui sont peu sensibles dans beaucoup de cas, mais qui peuvent dans certains échantillons être absolument caractéristiques. Quelquefois on rencontre dans la même druse, à côté de cristaux régulièrement développés, des prismes brisés, dont la cassure s'est recouverte d'un nombre très considérable de petits sommets pyramidés ressemblant à autant de clochetons juxtaposés. Nous ajoutons que certains cristaux ne présentent pas une surface plane, mais constituée par des plages en creux, dont la partie inférieure se trouve dans un plan plus ou moins parallèle à la surface extérieure du cristal. Enfin, presque tous les cristaux de cette localité présentent des empreintes superficielles quelquefois fort nombreuses, tantôt plus ou moins isolées à contours réguliers et qui forment aussi des plages étendues, fréquemment limitées par des droites. La figure 1 (pl. II) montre une partie de la surface d'un cristal

(1) A. RENARD, *Sur la substance micacée des filons de Nil-Saint-Vincent.* (BULL. ACAD. ROY DE BELG., 3e série, t. II, p. 287.)

présentant cette structure sur toutes les faces de prisme. Les empreintes y sont limitées par des droites sensiblement régulières. En quelques points s'observent de petites masses brunes, quelquefois nettement hexagonales, dont un des angles est d'environ 107°. On pourrait rapporter cette substance à la muscovite altérée dont il a été question plus haut.

On observe sur une des faces de rhomboèdre du cristal représenté par la figure 2 (pl. II), des parties en creux s'étendant en ligne presque droite sur toute la face. L'examen de ces creux montre qu'ils sont limités par des arêtes rectilignes constituant alternativement des angles rentrants et saillants. Dans le but de déterminer quels cristaux peuvent avoir provoqué ces empreintes, on a mesuré quelques-uns des angles en escalier, qui limitent cette empreinte. Voici quelques valeurs observées : 94 $^1/_2$°, 98 $^1/_2$°, 99 $^1/_2$° (trois angles), 101°, 102°, 104°, 104 $^1/_2$°, 105°, 106 $^1/_2$°, 75 $^1/_2$° (deux angles). Il n'est pas possible de tirer une conclusion de ces observations.

D'autres cristaux présentent, outre les figures irrégulières et compliquées, des formes caractéristiques :

1° Des losanges réguliers ou irréguliers. La figure 3 (pl. II) en montre quelques-uns. Ils sont ordinairement remplis d'une matière jaune foncée ou brunâtre. Attaquée par l'eau régale, cette substance disparaît en laissant un résidu blanc, probablement de la silice amorphe, qui tapisse ces creux. Dans la figure 3, *a* représente un losange régulier, dont les angles sont respectivement de 108° et 72°. Les figures 3, *b*, *c*, *d*, *e* montrent les mêmes formes, mais elles sont moins régulières. Leurs angles sont très variables, nous avons mesuré les suivants : 103 $^1/_2$°, 113 $^1/_2$°, 107°, 107°, 114°, 104°, 75 $^1/_2$°, 70°, 68°, 72°, 79°, 76°. On peut se demander si ces losanges ne sont pas les empreintes des faces de rhomboèdre d'une autre substance plus ou moins parallèle aux faces des quartz, sur lesquelles on observe les empreintes dont il s'agit ;

2° La figure 4 (pl. II) montre deux empreintes triangulaires présentant deux arêtes courbes, qui forment entre elles un angle d'environ 75°, tandis que la troisième arête, moins régulière, offre des lignes secondaires losangiformes.

Ces empreintes répondent par leur forme à des sections diversement orientées de rhomboèdres. Comme les petits cristaux qui leur ont donné naissance présentent une inclinaison fort variable sur les faces du quartz où ils étaient implantés, la mesure des angles de ces empreintes ne permet pas de déterminer la nature de ces cristaux. Cependant on peut conclure avec une certaine probabilité que ces

empreintes sont dues à des cristaux d'un carbonate rhomboédrique.

De tous ces faits on peut conclure, comme l'a déjà fait M. de la Vallée Poussin, que, en général, les cristaux de quartz de Nil-Saint-Vincent ont été formés en deux ou plusieurs stades de cristallisation. A un moment donné des causes extérieures, telles que des phénomènes mécaniques : dislocations ou mouvements de l'écorce terrestre, ou bien des phénomènes chimiques, comme la dissolution et la décomposition des parois quartzeuses des filons, ont détaché et brisé un certain nombre de cristaux attachés à ces parois. Ces cristaux sont tombés dans la masse micacée, qui remplissait le filon, où, par suite de l'apport ultérieur des matières siliceuses, les cassures se sont fréquemment guéries et une dernière couche cristalline est venue se déposer sur les cristaux, englobant dans les deux cas la matière micacée du filon ou des substances carbonatées, que les eaux auraient ultérieurement dissoutes en laissant les empreintes, dont nous venons de parler.

A ce qui vient d'être dit, ajoutons que les quartz de Nil-Saint-Vincent se détachent très facilement les uns des autres. Le moindre choc suffit pour briser certains échantillons. Peut-être cette circonstance a-t-elle favorisé singulièrement la séparation des cristaux de leur point d'attache.

L'examen de quelques cristaux bipyramidés nous permet de suivre pour ainsi dire pas à pas la guérison des cristaux brisés. A côté d'individus à cassure conchoïdale caractéristique s'en observent d'autres dont les surfaces, plus ou moins planes et disposées suivant des faces réelles du quartz, ont un aspect gras, vernissé; on peut les considérer comme recouvertes d'un revêtement siliceux régulièrement orienté, mais non encore arrivé à son développement complet. D'autres fois, on remarque sur des cassures anciennes un certain nombre de petites pyramides juxtaposées; dans d'autres cas, enfin, les cristaux sont terminés à leurs deux extrémités par une pyramide simple.

Fréquemment on rencontre également des cristaux brisés, dont les deux moitiés se sont ressoudées en englobant une partie plus ou moins grande de la matière micacée du filon.

Outre les nombreuses empreintes et les portions en creux, dont le fond est plus ou moins parallèle aux faces des cristaux, on observe à Nil-Saint-Vincent des cristaux contenant des cavités profondes et tapissées par une matière, qui paraît analogue à celle qui constitue la masse du filon. On dirait que ces cristaux ont été rongés jusque dans les parties centrales, où se sont formées des cavités de dimensions quelquefois fort grandes.

Nous donnerons d'abord la description générale des cristaux de Nil-Saint-Vincent; nous examinerons ensuite un certain nombre de types.

Parmi les nombreux cristaux recueillis à Nil-Saint-Vincent, on en observe qui ont jusqu'à 50 centimètres de long, tandis que d'autres mesurent à peine quelques millimètres.

Tantôt ces cristaux sont hyalins, d'une très grande limpidité, quelquefois blancs opaques dans leur partie inférieure. Généralement ils ont un aspect ferrugineux, leur surface est recouverte d'une matière ocreuse, qui les rend opaques et enlève le reflet des faces. Quand on traite ces cristaux par l'eau régale, au bout de quelques heures la couche jaune a disparu et les cristaux sont absolument limpides, sauf quelques plages opaques blanchâtres. L'eau régale ne les débarrasse pas complètement d'un enduit blanchâtre de silice amorphe. D'autres fois les cristaux sont transparents, colorés en jaune plus ou moins foncé, pouvant aller jusqu'au brun. Enfin quelques cristaux de Nil-Saint-Vincent sont légèrement enfumés.

Quelques échantillons contiennent comme inclusions solides une matière jaune ou blanchâtre, constituée probablement par la substance argileuse, qui accompagne ces cristaux. Elle s'observe surtout vers la partie où les cristaux étaient implantés. Ces inclusions ont été englobées au début de la cristallisation. C'est ainsi que la base de certains cristaux est opaque, tandis que l'extrémité supérieure, plus limpide, s'est formée dans un milieu plus homogène. Des plaques minces, taillées dans la partie opaque de ces cristaux, ont permis de reconnaître nettement des prismes isolés ou plus fréquemment réunis en groupes de tourmaline, ainsi que des grains de zircon (fig. 5, pl. II). On a encore observé dans le quartz de Nil-Saint-Vincent, à l'état d'inclusions, un certain nombre de cristaux des minéraux qui l'accompagnent.

Si l'on examine l'aspect général des cristaux de quartz de cette localité, on constate qu'ils présentent des facies différents.

Les uns sont constitués par un prisme régulier terminé à une ou à ses deux extrémités par les deux rhomboèdres $p = \}10\bar{1}1\{$ et $e^{1/2} = \}01\bar{1}1\{$ fréquemment distincts. Dans d'autres cas, ils ont un sommet nettement développé, mais leur prisme est fortement élargi vers la base. Fréquemment aussi, le prisme comprend des plages saillantes ou rentrantes, les faces de prisme étant interrompues par des faces de rhomboèdres aigus indéterminables. Quelques rares cristaux de ce type sont bipyramidés. Alors la pyramide inférieure présente en général plusieurs sommets distincts.

Quelquefois les cristaux sont fortement aplatis suivant le prisme.

On peut rencontrer des échantillons qui ont une épaisseur de 3 à 4 millimètres et une largeur de 2 à 3 centimètres. Ces cristaux sont fréquemment bipyramidés. Souvent aussi ils sont accolés suivant les faces de prisme, avec leur axe principal plus ou moins parallèle, de manière à constituer des plaques de cristaux accolées pouvant avoir de grandes dimensions. On voit aussi des groupements de cristaux accolés d'une façon absolument irrégulière.

Quelquefois de petits individus, diversement orientés, sont implantés sur certains grands individus, de façon à en recouvrir complètement certaines faces.

Quelques cristaux présentent des formes modifiantes généralement moins développées que le prisme et les rhomboèdres primaires.

Les cristaux de quartz de Nil-Saint-Vincent montrent les formes ordinaires du quartz $e^2 = \}10\bar{1}0\{$, $p = \}10\bar{1}1\{$, $e^{1/2} = \}01\bar{1}1\{$, fréquemment accompagnées de la pyramide trigonale $s = \}11\bar{2}1\{$, quelquefois de trapézoèdres négatifs, rarement de trapézoèdres positifs et de rhomboèdres aigus. Voici le tableau des formes que nous avons observées :

1° Le prisme hexagonal

$$e^2 = \}10\bar{1}0\{.$$

2° Les rhomboèdres positifs

$$p = \}10\bar{1}1\{,$$
$$e^{7/2} = \}30\bar{3}1\{,$$
$$e^3 = \}40\bar{4}1\{,$$
$$e^{8/3} = \}11.0.\overline{11}.2\{.$$

3° Les rhomboèdres négatifs

$$e^{1/2} = \}01\bar{1}1\{,$$
$$e^{5/4} = \}03\bar{3}1\{,$$
$$e^{4/3} = \}07\bar{7}2\{,$$
$$e^{7/5} = \}04\bar{4}1\{,$$
$$e^{7/4} = \}0.11.\overline{11}.1\{.$$

4° La pyramide trigonale droite

$$s = \}11\bar{2}1\{.$$

5° La pyramide trigonale gauche

$$s = \}2\bar{1}\bar{1}1\{.$$

6° Le trapézoèdre positif gauche

$$x = \}6\bar{1}\bar{5}1\{.$$

7° Les trapézoèdres négatifs droits

$$w = \}\bar{3}.10.\bar{7}.3\{,$$
$$\varepsilon = \}\bar{1}3\bar{2}1\{,$$
$$\pi = \}\bar{3}8\bar{5}3\{,$$
$$T = \}\bar{2}5\bar{3}2\{,$$
$$N_1 = \}\bar{7}.16.\bar{9}.7\{.$$

8° Le trapézoèdre négatif gauche

$$\varepsilon = \}12\bar{3}1\{.$$

Nous indiquons encore avec réserve les deux formes $e^{13/5} = \}60\bar{6}1\{$ et $v = \}71\bar{8}1\{$ qui n'ont pu être déterminées qu'au goniomètre d'application.

M. Buttgenbach a observé récemment sur un cristal de Nil-Saint-Vincent une face de trapézoèdre qu'il considère comme intermédiaire entre la forme $N = \}11.12.\overline{23}.11\{$ et $N_1 = \}7.9.\overline{16}.7\{$, qui fait avec $p = \}10\bar{1}1\{$ un angle de 32°31′ et à laquelle il donne la notation $N_0 = \}45\bar{9}4\{$ ou $\}9.11.\overline{20}.9\{$ (1).

Nous abordons la description de quelques combinaisons que nous avons observées sur les quartz de Nil-Saint-Vincent.

Première combinaison.

$e^2 = \}10\bar{1}0\{$, $p = \}10\bar{1}1\{$ et $e^{1/2} = \}01\bar{1}1\{$.

Un assez grand nombre de cristaux de Nil-Saint-Vincent présentent la combinaison de ces trois formes. Les uns ont un développement assez régulier, ils présentent les deux rhomboèdres nettement distincts. Les faces du rhomboèdre positif sont en général beaucoup plus développées que celles du rhomboèdre négatif. Les faces de prisme répondant au rhomboèdre positif sont peu ou pas striées par suite de la présence de rhomboèdres aigus très mal développés et indéterminables, tandis que les faces situées sous les rhomboèdres négatifs présentent

(1) H. Buttgenbach, *Sur un trapézoèdre trigonal du quartz de Nil-Saint-Vincent.* (Annales de la Société géologique de Belgique, t. XXIV, p. 11; Liége, 1897.)

des stries très serrées vers le haut, moins serrées vers le bas et dues à une alternance de facettes excessivement étroites appartenant au prisme et au rhomboèdre. Aucun caractère extérieur ne permet de distinguer les cristaux droits des cristaux gauches.

Fréquemment, ni le développement relatif des faces de pyramide, ni la présence de stries ne permettent de reconnaître sur les cristaux de cette combinaison les faces $p = \}10\bar{1}1\{$ des faces $e^{1/2} = \}01\bar{1}1\{$.

Deuxième combinaison.

$e^2 = \}10\bar{1}0\{$, $p = \}10\bar{1}1\{$, $e^{1/2} = \}01\bar{1}1\{$ et $s = \}11\bar{2}1\{$.

Les cristaux de cette combinaison présentent, outre le prisme et les deux rhomboèdres, une ou plusieurs faces de la pyramide trigonale $s = \}11\bar{2}1\{$. Ils se groupent nettement autour de trois types principaux : ceux du premier type sont manifestement droits, les seconds, gauches, d'autres présentent une macle caractérisée par la position relative de deux ou plusieurs faces s.

Premier type. — Cristaux droits.

On ne peut déterminer le caractère droit ou gauche des cristaux de quartz de cette combinaison que lorsque le rhomboèdre positif est nettement distinct du rhomboèdre négatif. Les faces s sont généralement peu développées; tantôt elles sont en forme de rhombe, tantôt elles sont trapézoïdales ou triangulaires. Dans les deux derniers cas, cette forme résulte du fait que les faces de prisme, auxquelles ces faces s touchent, présentent des stries bien déterminées et vont s'élargissant vers la base. Dans le cas où les faces de rhomboèdre positif sont bien caractérisées, on peut facilement reconnaître les cristaux droits au fait que les faces de la pyramide trigonale s se trouvent à droite de ces faces. Quand la distinction entre les faces $p = \}10\bar{1}1\{$ et $e^{1/2} = \}01\bar{1}1\{$ ne peut être établie, on peut encore reconnaître ces cristaux par la présence sur les faces s de stries parallèles à l'arête de combinaison $p : s = \}10\bar{1}1\{ : \}11\bar{2}1\{$.

Chez les cristaux gauches, les faces s se trouvent à gauche des faces $p = \}10\bar{1}1\{$ ou présentent des stries parallèles à l'arête de combinaison $p : s = \}10\bar{1}1\{ : \}2\bar{1}\bar{1}1\{$.

Deuxième type. — Cristaux gauches.

Quelques cristaux de la deuxième combinaison sont gauches.

Troisième type. — Cristaux maclés.

Il arrive que certains cristaux présentent une face rhombe de chaque côté d'une même face de rhomboèdre positif ou négatif. Ces cristaux sont maclés suivant la loi ordinaire du quartz.

D'autres fois, la présence de plages brillantes et mates sur une même face de rhomboèdre, prouve que l'on ne peut avoir affaire à des cristaux simples.

Le cristal représenté par la figure 6 (pl. II) (L = 50 millimètres, l = 27 millimètres) offre les formes suivantes : le prisme hexagonal $e^2 = \}10\bar{1}0\{$, le rhomboèdre positif $p = \}10\bar{1}1\{$, le rhomboèdre négatif $e^{1/2} = \}01\bar{1}1\{$ et la pyramide trigonale $s = \}11\bar{2}1\{$.

A première vue, on croirait avoir affaire à un cristal simple sur lequel le développement régulier des faces permet de distinguer le rhomboèdre positif du rhomboèdre négatif. A gauche de la face $p_1 = (10\bar{1}1)$, on observe une face s, longue de 8.5 millimètres et large de 1.25 millimètre. On serait donc porté à considérer ce cristal comme gauche. Cependant la présence à droite de cette face $p_1 = (10\bar{1}1)$ d'une très petite facette, longue de 2 millimètres et large de 0.25 millimètre et qui peut être rapportée à la pyramide trigonale (elle fait, en effet, avec $p_1 = (10\bar{1}1)$ un angle de 28°51 ½′), semble prouver que le cristal est maclé. Afin d'établir cette interprétation, nous avons soumis ce cristal à l'action de l'acide fluorhydrique.

Lorsqu'on attaque pendant quelques jours des cristaux de quartz par l'acide fluorhydrique dilué, ils présentent des figures de corrosion caractéristiques décrites par Molengraaf (1) et par Cesàro (2). Sur les faces du rhomboèdre positif ces figures sont alignées horizontalement. Elles constituent de petites cavités qui vont en s'élargissant de gauche à droite pour les cristaux droits, et de droite à gauche pour les cristaux gauches. Sur les faces du rhomboèdre négatif les figures de corrosion

(1) G.-A.-F. Molengraaf, *Stüdien über Quarz.* (Zeitschrift für Krystallographie, t. XIV, 1888, p. 186.)

(2) G. Cesàro, *Note sur les figures de corrosion du quartz par l'acide fluorhydrique, etc.* (Annales de la Société géologique de Belgique, t. XVII, p. lv.)

ont une forme analogue à celle des précédentes; elles sont généralement plus longues et moins larges, et sont orientées de telle façon que la direction de leur plus grand développement est disposée parallèlement aux arêtes polaires du rhomboèdre négatif. Sur les cristaux droits cet alignement est parallèle à l'arête polaire située à droite de la face considérée; sur les cristaux gauches il est parallèle à l'arête polaire située à gauche. Généralement, les faces du prisme résistent plus longtemps à l'attaque; il faut prolonger l'action de l'acide fluorhydrique pour voir paraître sur ces faces des figures trapézoïdales; deux des côtés qui limitent ces figures sont parallèles aux arêtes prismatiques, un troisième est parallèle à l'arête $e^2 : p = \}10\bar{1}0\{ : \}10\bar{1}1\{$; le quatrième est parallèle à l'arête $e^2 : s = \}10\bar{1}0\{ : \}11\bar{2}1\{$. On observe donc sur les faces de prisme correspondant à des rhomboèdres positifs de cristaux droits, des figures dont l'angle aigu est dirigé vers le sommet supérieur du cristal et dont le plus petit côté latéral est situé à droite; sur les faces qui répondent à des rhomboèdres positifs de cristaux gauches, le plus petit côté latéral est situé à gauche. Les figures de corrosion occupent, sur les faces de prisme répondant à des faces de rhomboèdre négatif, une position inverse de celle des figures que nous montrent les faces de prisme répondant aux rhomboèdres positifs.

L'examen des figures de corrosion produites sur le cristal représenté par la figure 6 (pl. II), montre que ce cristal se compose de deux individus droits. On observe, en effet, sur les faces du rhomboèdre positif, des figures de corrosion horizontales élargies vers la droite et sur les faces du rhomboèdre négatif des figures obliques alignées de gauche à droite. L'attaque n'ayant pas été poussée assez loin, les faces de prisme ne montrent pas de figures de corrosion. Cependant on peut observer sur une de ces faces une ligne de séparation suffisamment nette. Le premier cristal I comprend la plage $p_{\text{I}} = (10\bar{1}1)$ qui occupe presque toute la grande face de rhomboèdre, la plage supérieure $e_{\text{I}}^{1/2''} = (1\bar{1}01)$ de la face de rhomboèdre située à gauche de la précédente, ainsi que les quatre autres faces de rhomboèdre du cristal. Les figures d'attaque sur ces dernières faces montrent qu'elles appartiennent alternativement au rhomboèdre positif et au rhomboèdre négatif. A droite de la face $p_{\text{I}} = (10\bar{1}1)$ ce cristal porte une face $s_{\text{I}} = (11\bar{2}1)$. Le cristal II n'est constitué que par une plage $e_{\text{II}}^{1/2} = (01\bar{1}1)$ de la plus grande face de rhomboèdre et la plage inférieure $p_{\text{II}} = (10\bar{1}1)$ de la face située à gauche de la précédente. Il comprend en outre la face rhombe $s_{\text{II}} = (11\bar{2}1)$. Sur la face $e_{\text{I}}^2 = (10\bar{1}0)$ s'observe, sur une certaine longueur, une ligne de séparation bien distincte qui diminue peu à peu

en netteté, de sorte que la limite entre les deux individus devient incertaine vers la base du cristal. Il a été impossible de retrouver cette ligne de séparation sur la face $e^{2\,\mathrm{IV}}_{\mathrm{I}} = (0\bar{1}10)$.

Le cristal 6 se compose donc de deux individus droits maclés suivant la loi ordinaire du quartz.

Le cristal représenté par la figure 7*a* (pl. II) (L = 12 millimètres, l = 8,5 et 6 millimètres) est formé du prisme hexagonal $e^2 = \{10\bar{1}0\}$, du rhomboèdre positif $p = \{10\bar{1}1\}$, du rhomboèdre négatif $e^{1/2} = \{01\bar{1}1\}$ et de trois faces de la pyramide trigonale $s = \{2\bar{1}\bar{1}1\}$; deux de ces dernières faces se trouvent respectivement à droite et à gauche d'une même face de rhomboèdre.

Le cristal transparent est aplati suivant une face de prisme; il présente par conséquent deux faces de rhomboèdre opposées, largement développées, se coupant suivant une arête horizontale en toit.

On a soumis ce cristal à l'action de l'acide fluorhydrique, ainsi qu'une plaque du même individu taillée perpendiculairement à l'axe principal. L'examen des figures de corrosion montre que ce cristal est formé de quatre individus gauches, réunis sous une enveloppe commune. Sur les faces de rhomboèdre positif ces figures sont alignées horizontalement et élargies vers la gauche; sur les faces de rhomboèdre négatif ces figures sont obliques, dirigées de droite à gauche. Enfin sur les faces de prisme nous avons observé des figures caractéristiques des cristaux gauches.

Le cristal I comprend quatre faces de prisme, quatre faces de rhomboèdre et une face rhombe *s*. La face $p_{\mathrm{I}} = (10\bar{1}1)$ comprend la plus grande partie d'une des faces de rhomboèdre largement développées, la face $e^{1/2'}_{\mathrm{I}} = (\bar{1}011)$ forme une petite bande de la face opposée à cette dernière.

Le cristal II se compose également de quatre faces de prisme et de quatre faces de rhomboèdre; il porte en outre deux faces rhombes *s*. La face $p_{\mathrm{II}} = (10\bar{1}1)$ se trouve à gauche de la plage $e^{1/2'}_{\mathrm{I}} = (\bar{1}011)$; la face $e^{1/2'}_{\mathrm{II}} = (\bar{1}0\bar{1}1)$ à droite de $p_{\mathrm{I}} = (10\bar{1}1)$.

Le cristal III s'étend sur une très faible plage située vers la base et à gauche de la face $p_{\mathrm{I}} = (10\bar{1}1)$, appartenant au rhomboèdre négatif $e^{1/2}_{\mathrm{III}} = (01\bar{1}1)$; elle comprend encore une portion des faces $e^2_{\mathrm{I}} = (10\bar{1}0)$, $e^{2\mathrm{V}}_{\mathrm{I}} = (1\bar{1}00)$ et $e^{2\,\mathrm{IV}}_{\mathrm{I}} = (01\bar{1}0)$.

Enfin le cristal IV occupe la plage $p_{\mathrm{IV}} = (10\bar{1}1)$ située à gauche de la face $e^{1/2}_{\mathrm{II}} = (1\bar{1}01)$, la plage $e^{1/2''}_{\mathrm{IV}} = (1\bar{1}01)$ à droite de $p''_{\mathrm{II}} = (0\bar{1}11)$ et une portion des faces de prisme $e^{2\mathrm{V}}_{\mathrm{II}} = (1\bar{1}00)$ et $e^{2\,\mathrm{IV}}_{\mathrm{II}} = (0\bar{1}10)$.

La plaque taillée du même cristal présente également des figures de corrosion caractéristiques. D'après les recherches de Bömer (1), on sait que sur une plaque de quartz taillée perpendiculairement à l'axe principal, soumise à l'action de l'acide fluorhydrique d'environ 20% de concentration (une partie d'acide du commerce et quatre parties d'eau), se forment des figures d'attaque triangulaires en relief, qui ont la forme et la position de rhomboèdres négatifs très obtus. A l'aide de ces figures on peut facilement reconnaître les différents individus dont se compose un cristal maclé. La figure 7*b* (pl. II) représente l'ensemble des figures obtenues sur la plaque dont il s'agit. On observe ainsi cinq individus diversement orientés. La comparaison de la plaque et du cristal attaqués montre que la disposition des différents individus qui constituent ce cristal n'est pas régulière; tandis que le cristal est constitué de quatre individus, la plaque en présente cinq. On peut observer la même chose lorsqu'on examine la direction des lignes de séparation des différents individus sur les faces de prisme. Ces lignes ne sont pas parallèles aux arêtes prismatiques, elles s'inclinent quelquefois à angle droit ou à angle aigu. Ces observations prouvent, une fois de plus, que les cristaux maclés suivant la loi ordinaire du quartz sont un assemblage de plages absolument irrégulières d'individus de même signe.

Troisième combinaison.

La figure 8 (pl. II) représente un groupement de trois cristaux accolés suivant une face de prisme. Deux de ces cristaux sont bien terminés, le troisième est fort incomplet. Ce groupement, d'une longueur de 14 centimètres sur une largeur de 5 et 3,5 centimètres, est légèrement enfumé, bien transparent. Ce cristal est bipyramidé, la pyramide inférieure étant représentée par quelques sommets à faces incomplètement développées. Il est incontestable que ce cristal, après avoir été arraché de sa base, a subi une seconde cristallisation. En effet, les parties inférieures contiennent des inclusions solides de natures diverses; en outre, une large cassure sur une face de prisme s'est incomplètement fermée et présente une surface encore irrégulière, mais où les différents éléments sont orientés de la même façon. La figure 8 représente la

(1) A. Bömer, *Beitrage zur Kenntniss des Quarzes.* (Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Palaeontologie, Beilage-Band VII, 1891, p. 535.)

partie supérieure de cet échantillon. Vers la partie inférieure, les faces de prisme des différents individus se soudent intimement. Ces faces sont fort irrégulières, c'est-à-dire qu'elles sont fortement striées par suite de la présence de facettes très fréquentes de rhomboèdres aigus voisins du prisme, de sorte que celui-ci s'élargit vers la base. On peut suivre sur ces faces quelques parties des lignes séparatives de chacun des trois individus. Enfin, ces faces présentent, à côté des plages brillantes, des plages mates irrégulières.

Un des trois cristaux de cet échantillon a son sommet bien développé. Il y présente la pyramide hexagonale dont chaque face offre des plages brillantes et des plages mates. Il montre en outre deux faces de la pyramide trigonale dont l'une est accompagnée d'une face courbe, striée, appartenant probablement à un trapézoèdre négatif gauche. Le sommet présente des cassures réparées et des inclusions solides.

Le second cristal présente cinq faces de rhomboèdre, dont quatre sont très grandes, l'autre excessivement réduite. Deux de ces faces sont entièrement mates. On y observe encore deux faces de la pyramide trigonale, dont l'une est accompagnée d'une face de trapézoèdre voisin du prisme, mate et indéterminable.

Enfin, le troisième cristal n'est représenté que par quelques faibles portions de faces de rhomboèdres et peut-être de la pyramide trigonale.

Quatrième combinaison.

$e^2 = \}10\bar{1}0\{$, $p = \}10\bar{1}1\{$, $e^{1/2} = \}01\bar{1}1\{$, $s = \}2\bar{1}\bar{1}1\{$ et $N_1 = \}\bar{7}.16.\bar{9}.7\{$.

La figure 9 (pl. III) représente un cristal (L = 17 millimètres, l = 5 millimètres) hyalin très limpide, offrant ces cinq formes. Ce cristal, fort simple, paraît présenter les deux rhomboèdres primaires distincts. Ayant soumis ce cristal à l'action de l'acide fluorhydrique, afin de chercher à quel trapézoèdre nous avions affaire, nous avons remarqué que ce cristal se compose de deux individus gauches maclés suivant la loi ordinaire du quartz.

Le cristal I comprend la plus grande partie de l'échantillon, il occupe trois faces de rhomboèdre et une plage de chacune des trois autres. Ce cristal est gauche, il présente en effet sur les faces $p = \}10\bar{1}1\{$ des figures de corrosion horizontales élargies vers la gauche et sur les faces $e^{1/2} = \}01\bar{1}1\{$ des figures obliques alignées de droite à gauche. A gauche de la face $p_1 = (10\bar{1}1)$ s'observe une face de la pyramide

trigonale $s = \}2\bar{1}\bar{1}1\{$. A gauche de cette dernière face se trouve une petite facette, appartenant par conséquent à un trapézoèdre négatif droit. Cette face donne au goniomètre trois reflets distincts peu nets. Les angles formés par cette face et le rhomboèdre positif $p_{\text{I}} = (10\bar{1}1)$ avec lequel elle constitue une zone, sont de 31°51′, 33°31′ et 34°32′. La moyenne de ces trois valeurs est 33°18′. Comme cette valeur moyenne ainsi que celle répondant au second reflet se rapprochent sensiblement de la valeur de 33°38′ calculée pour l'angle $p : N_1 = \}10\bar{1}1\{ : \}16.\bar{9}.\bar{7}.7\{$, nous considérons la face dont il s'agit comme appartenant au trapézoèdre négatif droit $N_1 = \}\bar{7}.16.\bar{9}.7\{$. A gauche de la plage $p'_{\text{I}} = (\bar{1}101)$ s'observe une facette de la pyramide trigonale.

Le second cristal II comprend la plage $p_{\text{II}} = (10\bar{1}1)$ située sous la face $e^{1/2}{}'_{\text{I}} = (\bar{1}011)$, ainsi que les deux plages $e^{1/2}{}_{\text{II}} = (01\bar{1}1)$ et $e^{1/2}{}''_{\text{II}} = (1\bar{1}01)$ situées respectivement sous $p'_{\text{I}} = (\bar{1}101)$ et $p''_{\text{II}} = (0\bar{1}11)$. Une ligne de séparation bien distincte sur les faces de prisme $e^{2''} = (\bar{1}100)$ et $e^{2\text{IV}} = (0\bar{1}10)$ permet de suivre la limite entre les cristaux I et II.

Cinquième combinaison.

$$e^2 = \}10\bar{1}0\{,\ p = \}10\bar{1}1\{,\ e^{13/5} = \}60\bar{6}1\{,\ e^{1/2} = \}01\bar{1}1\{,\ s = \}11\bar{2}1\{,$$
$$v = \}71\bar{8}1\{.$$

La figure 10 (pl. III) représente un cristal de 35 centimètres de long sur 16 centimètres de large, présentant, outre les faces ordinaires du quartz $e^2 = \}10\bar{1}0\{$, $p = \}10\bar{1}1\{$, $e^{1/2} = \}01\bar{1}1\{$ et $s = \}11\bar{2}1\{$, une face de rhomboèdre et une face de trapézoèdre que l'on peut considérer comme positif et droit. Les mesures fort incertaines au goniomètre d'application, permettent de considérer le rhomboèdre comme appartenant à la forme $e^{13/5} = \}60\bar{6}1\{$ et le trapézoèdre à la forme $v = \}71\bar{8}1\{$. L'impossibilité de faire des mesures plus exactes, par suite des dimensions du cristal, en rend la détermination incertaine.

Sixième combinaison.

Lè cristal 11 (pl. III) présente la combinaison des formes suivantes :

$p = \}10\bar{1}1\{$, $e^{1/2} = \}01\bar{1}1\{$, $e^{7/2} = \}30\bar{3}1\{$, $e^{5/4} = \}03\bar{3}1\{$, $e^2 = \}10\bar{1}0\{$, $s = \}2\bar{1}\bar{1}1\{$, $\varepsilon = \}\bar{1}\bar{3}21\{$ et $x = \}6\bar{1}\bar{5}1\{$.

Ce cristal est hyalin, transparent (L = 20 millimètres, l = 10 millimètres). Il ne présente que trois de ses côtés nettement terminés; on y observe une face $p = (10\bar{1}1)$ qui surmonte la face de prisme $e^2 = (10\bar{1}0)$ interrompue par des faces de rhomboèdres aigus plus ou moins courbes et indéterminables. A gauche de la face $p = (10\bar{1}1)$ se trouve une face du plagièdre positif gauche réfléchissante $x = (6\bar{1}\bar{5}1)$ accompagnant la face de la pyramide trigonale $s = (2\bar{1}\bar{1}1)$ et une face du plagièdre négatif droit $\varepsilon = (3\bar{2}\bar{1}1)$ striée parallèlement à son arête de combinaison avec s. La face $e^{1/2''} = (1\bar{1}01)$ est accompagnée de la face de rhomboèdre négatif $e^{5/4''} = (3\bar{3}01)$ fortement striée par suite d'une alternance fréquemment répétée de cette face avec le rhomboèdre $e^{1/2''} = (1\bar{1}01)$. La face $\varepsilon = (3\bar{2}\bar{1}1)$, située à sa droite, présente des côtés courbes et est fortement allongée, l'arête de combinaison $\varepsilon : e^{5/4''} = (3\bar{2}\bar{1}1) : (3\bar{3}01)$ alternant avec l'arête $\varepsilon : e^{1/2''} = (3\bar{2}\bar{1}1) : (1\bar{1}01)$. Enfin la face $p'' = (0\bar{1}11)$ surmonte la face $e^{7/2''} = (0\bar{3}31)$; elle présente à sa gauche la face $s'' = (\bar{1}\bar{1}21)$. Le cristal est gauche; il en présente, d'une façon évidente, tous les caractères. On peut y reconnaître facilement les faces $e^{1/2} = \{01\bar{1}1\}$ et les faces $p = \{10\bar{1}1\}$; ces dernières sont plus développées que les premières, et les faces de rhomboèdres aigus qui les accompagnent sont brillantes, tandis que les faces de rhomboèdres aigus qui accompagnent le rhomboèdre négatif $e^{1/2} = \{01\bar{1}1\}$ entrent en combinaison alternante avec ce dernier, et par suite sont fortement striées. Les faces de la pyramide trigonale sont situées à gauche des faces $p = \{10\bar{1}1\}$; elles sont accompagnées du plagièdre positif gauche x et du plagièdre négatif droit $\varepsilon = \{\bar{1}3\bar{2}1\}$, nettement strié et légèrement courbe.

Ce cristal a été soumis à la mesure goniométrique. Voici, parmi les valeurs angulaires observées, celles qui se rapportent aux faces énumérées ci-dessus.

Angles.	Mesurés.	Calculés.
$p'' : e^{7/2''} = (0\bar{1}11) : (0\bar{3}31)$	23°24 3/4′	23°31′
$e^{1/2''} : e^{5/4''} = (1\bar{1}01) : (3\bar{3}01)$	23°17 1/2′	23°31′
$p : s = (10\bar{1}1) : (2\bar{1}\bar{1}1)$	28°49′30″ (m)	28°54′
$p : \varepsilon = (101\bar{1}) : (32\bar{1}\bar{1})$	28°58′15″ (m)	28°54′
$e^{1/2''} : s = (1\bar{1}01) : (2\bar{1}\bar{1}1)$	55°	54°51′
$e^{1/2''} : x = (1\bar{1}01) : (6\bar{1}\bar{5}1)$	41°4′12″ (m)	41°47′

Septième combinaison.

$e^2 = \{10\bar{1}0\}$, $p = \{10\bar{1}1\}$, $e^{1/2} = \{01\bar{1}1\}$, $e^3 = \{40\bar{4}1\}$, $e^{8/5} = \{11.0.\overline{11}.2\}$,
$e^{7/4} = \{0.11.\overline{11}.1\}$, $s = \{2\bar{1}\bar{1}1\}$, $T = \{\bar{2}5\bar{3}1\}$, $\pi = \{\bar{3}8\bar{5}3\}$.

Le cristal représenté par la figure 12 (pl. III) (L = 10 millimètres, l = 4,5 et 3 millimètres) est hyalin, légèrement aplati suivant une face de prisme.

La face $e^2 = (10\bar{1}0)$, bien développée, est interrompue par quatre ou cinq petites facettes que nous rapportons au rhomboèdre aigu $e^{8/3} = \{11.0.\overline{11}.2\}$; elles font avec $p = (10\bar{1}1)$ un angle de 30°4′. Au-dessus de cette face se trouve la face de rhomboèdre $p = (10\bar{1}1)$, largement développée.

La face $e^{2\prime} = (01\bar{1}0)$ est interrompue par une large face rapportée au rhomboèdre négatif aigu $e^{7/4} = \{0.11.\overline{11}.1\}$. Elle porte la face $e^{1/2} = (01\bar{1}1)$ fort allongée. A droite de cette face s'observe une facette appartenant à la pyramide trigonale $s = (\bar{1}2\bar{1}1)$ accompagnée d'une zone striée de trapézoèdres négatifs droits dont les reflets les plus nets correspondent presque exactement aux faces $T = (\bar{2}5\bar{3}2)$ et $\pi = (\bar{3}8\bar{5}3)$.

Sous la face $p' = (\bar{1}101)$ très allongée, se trouve une face appartenant au rhomboèdre aigu $e^3 = \{40\bar{4}1\}$.

Les trois autres côtés du cristal sont constitués par trois faces de prisme, deux faces du rhomboèdre négatif $e^{1/2} = \{01\bar{1}1\}$ et une face du rhomboèdre positif $p = \{10\bar{1}1\}$. Ces trois dernières faces sont relativement peu développées.

Le tableau suivant donne les valeurs angulaires des faces de ce cristal, que nous avons observées au goniomètre.

Angles.	Mesurés	Calculés.
$p : e^{8/3} = (10\bar{1}1) : (11.0.\overline{11}.2)$	30°9 3/4′	30°4′
$e^{1/2} : e^{7/4} = (01\bar{1}1) : (0.11.\overline{11}.1)$	33°8 1/2′	34°7′
$p' : e^{3\prime} = (\bar{1}101) : (\bar{4}401)$.	27°11′	27°5′
$s : T = (\bar{1}2\bar{1}1) : (\bar{2}5\bar{3}2)$	7°37′	7°37′
$s : \pi = (\bar{1}2\bar{1}1) : (\bar{3}8\bar{5}3)$	9°33 3/4′	9°35′

Huitième combinaison.

$$e^2 = \}10\bar{1}0\{,\ p = \}10\bar{1}1\{,\ e^{1/2} = \}01\bar{1}1\{,\ e^3 = \}40\bar{4}1\{,\ e^{5/4} = \}03\bar{3}1\{,$$
$$e^{4/3} = \}07\bar{7}2\{,\ e^{7/4} = \}0.11.\overline{11}.1\{,\ s = \}11\bar{2}1\{,\ \varepsilon = \}12\bar{3}1\{.$$

Le cristal représenté par la figure 13 (pl. III) (L = 8,5 millimètres, l = 4,5 millimètres) a l'aspect d'un prisme aplati surmonté de deux rhomboèdres. Les faces les plus développées sont celles des rhomboèdres aigus et les faces de prisme, puis viennent les faces de rhomboèdres primaires. Les faces de la pyramide trigonale sont peu développées. Les trapézoèdres forment des zones striées assez allongées et peu larges.

Nous avons soumis ce cristal aux mesures goniométriques. L'observation des valeurs angulaires est d'une très grande difficulté, vu qu'aucune face ne donne un reflet unique, mais tantôt plusieurs reflets reconnaissables, tantôt un reflet continu dans lequel il est difficile de distinguer celui répondant à la face cherchée. Outre les faces de rhomboèdres indiquées plus haut, le cristal présente quelques facettes faiblement développées, dont les images correspondent tantôt plus ou moins à des faces possibles, tantôt à des faces absolument vicinales, mais en tous les cas tellement incertaines et si peu développées que nous avons cru ne pas devoir en tenir compte. Quant à la face $\varepsilon = \}12\bar{3}1\{$, elle appartient bien à un plagièdre négatif, puisqu'elle est striée parallèlement à son arête de combinaison avec $s = \}11\bar{2}1\{$. Elle est légèrement courbe et présente par conséquent au goniomètre une image continue, dans laquelle il est impossible de reconnaître des reflets marquants. Les limites des images en question font, avec le reflet des faces $p = \}10\bar{1}1\{$, des angles de 37°52 ½′ et 46°6 ¾′, 38°24 ½′ et 46°19′, 39°15′ et 45°50′, dont les moyennes sont respectivement de 41°59′40″, 42°21′15″ et 42°32′30″. Or, entre ces limites peuvent être situées trois formes, savoir : $\pi = \}35\bar{8}3\{$, dont l'angle avec la face $p = \}10\bar{1}1\{$ est de 38°29′; $\varepsilon = \}12\bar{3}1\{$, qui fait avec la même face un angle de 41°47′ et $w = \}3.7.\overline{10}.3\{$, l'angle $p : w = \}10\bar{1}1\{ : \}3.7.\overline{10}.3\{$ étant de 44°25′. Comme les moyennes observées se rapprochent plus de l'angle 41°47′ répondant à la face $\varepsilon = \}12\bar{3}1\{$, comme

cette face a la notation la plus simple et qu'elle est précisément la moyenne entre $\pi = \{35\bar{8}3\}$ et $w = \{3.7.\overline{10}.3\}$, puisqu'on a :

$$\left\{\frac{3+3}{6}\cdot\frac{5+7}{6}\cdot\overline{\frac{8+10}{6}}\cdot\frac{3+3}{6}\right\} = \{12\bar{3}1\},$$

nous rapportons les trois faces observées à ce plagièdre.

La face $p = (10\bar{1}1)$ surmonte la face de rhomboèdre $e^{3} = (40\bar{4}1)$ de plus de 5 millimètres de longueur, suivie d'une facette très peu développée appartenant au prisme $e^{2} = (10\bar{1}0)$. La face $e^{3} = (40\bar{4}1)$ donne au goniomètre un grand nombre de reflets, dont le plus net correspond à un angle $p : e^{3} = \{10\bar{1}1\} : \{40\bar{4}1\} = 27^\circ 10'$, voisin de l'angle $27^\circ 5'$ calculé. La face $e^{2\prime} = (01\bar{1}0)$ est accompagnée de deux rhomboèdres négatifs bien distincts à reflets multiples, parmi lesquels ceux faisant avec $e^{1/2} = (01\bar{1}1)$ un angle de $23^\circ 23^{5.4}{}'$ et $34^\circ 15'$ sont suffisamment distincts; ces faces appartiennent donc aux formes $e^{5/4} = \{03\bar{3}1\}$ et $e^{7/4}\ \{0.11.\overline{11}.1\}$ qui font avec $e^{1/2}\ \{01\bar{1}1\}$ des angles de $23^\circ 31'$ et $34^\circ 7'$. Ces trois faces sont surmontées de la face $e^{1/2} = (01\bar{1}1)$.

A gauche de ces faces se trouve une face $s = \{11\bar{2}1\}$ suivie d'une face fortement striée, légèrement courbe, rapportée au plagièdre négatif $\varepsilon = \{12\bar{3}1\}$. Cette face, assez longue et peu large, s'étend jusqu'au-dessous de la facette $e^{5/4} = (03\bar{3}1)$.

A droite de l'ensemble de ces faces s'observent les formes suivantes : $p' = (\bar{1}101)$, $e^{3\prime} = (\bar{4}401)$ et $e^{2\prime\prime} = (\bar{1}100)$.

La face de prisme $e^{2\prime\prime\prime} = (\bar{1}010)$ est surmontée du rhomboèdre négatif aigu $e^{4/3\prime} = (\bar{7}072)$ et du rhomboèdre $e^{1/2\prime} = (\bar{1}011)$. A gauche de ces faces on observe la facette $\varepsilon' = (\bar{3}121)$ allongée, s'étendant jusqu'à la base de la face $e^{4/3\prime} = (\bar{7}072)$.

Puis vient la face $p'' = (0\bar{1}11)$, surmontant une face $e^{3\prime\prime} = (0\bar{4}41)$ non accompagnée d'une face de prisme.

Le sixième côté du cristal présente les faces suivantes : $e^{2\mathrm{v}} = (1\bar{1}00)$, $e^{7/4\prime\prime} = (11.\overline{11}.0.1)$, $e^{4/3\prime\prime} = (7\bar{7}02)$, $e^{1/2\prime\prime} = (1\bar{1}01)$. A gauche, il y a une très petite face $s'' = (1\bar{2}11)$ accompagnée d'une face allongée $\varepsilon'' = (2\bar{3}11)$ qui s'étend jusqu'au-dessous de la face $e^{4/3\prime\prime} = (70\bar{7}2)$. Les faces $e^{1/2\prime\prime}$ et ε'' sont divisées en deux plages, séparées par une partie rentrante.

Enfin, certaines arêtes du cristal sont légèrement arrondies. On observe ce phénomène surtout aux arêtes formées par les faces ε et les faces de prisme ou de rhomboèdre aigu situées à leur gauche.

Le cristal en question est manifestement droit. Il présente, en effet, un plagièdre négatif strié gauche et la face rhombe à droite des faces $p = \}10\bar{1}1\{$.

Voici les mesures approximatives obtenues au goniomètre :

Angles.	Mesurés.	Moyenne.	Calculés.
$p : e^{3} = (10\bar{1}1) : (40\bar{4}1)$. . . .	27°10		
$p' : e^{3'} = (\bar{1}101) : (\bar{4}401)$ . . .	28°6 3/4'	27°45'35''	27°5'
$p'' : e^{3''} = (0\bar{1}11) : (0\bar{4}41)$ . . .	28°5'		
$e^{1/2} : e^{5/4} = (01\bar{1}1) : (03\bar{3}1)$ . .	23°23 3/4'		23°31'
$e^{1/2''} : e^{4/5''} = (1\bar{1}01) : (7\bar{7}02)$. .	24°46 1/4'	25°9'49''	25°32'
$e^{1/2'} : e^{4/5'} = (\bar{1}011) : (\bar{7}072)$ . .	25°33'22'' (m)		
$e^{1/2} : e^{7/4} = (01\bar{1}1) : (0.11.\overline{11}.1)$.	34°15'	34°14'	34°7'
$e^{1/2''} : e^{7/4''} = (1\bar{1}01) : (11.\overline{11}.0.1)$	34°13'		
$p : s = (10\bar{1}1) : (11\bar{2}1)$	28°40 1/2'	28°54 45''	28°54'
$p'' : s'' = (0\bar{1}11) : (1\bar{2}11)$ . . .	29°9'		
$p : \varepsilon = (10\bar{1}1) : (12\bar{3}1)$. . . .	41°59'40'' (m)		
$p' : \varepsilon' = (\bar{1}101) : (\bar{3}121)$ . . .	42°21'15'' (m)	42°17'48''	41°47'
$p'' : \varepsilon'' = (0\bar{1}11) : (2\bar{3}11)$ . . .	42°32'30'' (m)		

NEUVIÈME COMBINAISON.

$e^2 = \}10\bar{1}0\{$, $p = \}10\bar{1}1\{$, $e^{1/2} = \}01\bar{1}1\{$, $e^{7/2} = \}30\bar{3}1\{$, $e^{7/5} = \}04\bar{4}1\{$, $e^{4/5} = \}07\bar{7}2\{$, $s = \}2\bar{1}\bar{1}1\{$, $N_1 = \}\bar{7}.16.\bar{9}.7\{$, $\varepsilon = \}\bar{1}3\bar{2}1\{$, $w = \}\bar{3}.10.\bar{7}.3\{$.

Le cristal représenté par la figure 14 (pl. III) présente trois de ses côtés nettement terminés. Cette partie comprend une face du rhomboèdre positif $p = \}10\bar{1}1\{$, deux faces du rhomboèdre négatif $e^{1/2} = \}01\bar{1}1\{$, des rhomboèdres aigus que nous rapportons aux formes $e^{7/2} = \}30\bar{3}1\{$, $e^{7/5} = \}04\bar{4}1\{$ et $e^{4/5} = \}07\bar{7}2\{$; deux faces de la pyramide trigonale $s = \}2\bar{1}\bar{1}1\{$ et une zone striée comprenant des plagièdres négatifs droits parmi lesquels nous avons reconnu $N_1 = \}\bar{7}.16.\bar{9}.7\{$, $\varepsilon = \}\bar{1}3\bar{2}1\{$ et $w = \}\bar{3}.10.\bar{7}.3\{$.

Ce cristal (L = 30 millimètres, l = 18 millimètres) est hyalin, d'une très grande limpidité. Il a la forme d'un prisme hexagonal surmonté d'un rhomboèdre, les faces de l'autre rhomboèdre étant relativement petites. Les faces des rhomboèdres aigus sont assez développées, celles de la pyramide trigonale et des trapézoèdres sont très petites. Enfin, les faces de prisme ne sont pas unies, elles sont interrompues par de petites facettes de rhomboèdres, très souvent de même inclinaison que les rhomboèdres mesurés, dans d'autres cas, absolument vicinales et indéterminables. La mesure des angles présente beaucoup de difficultés. Les valeurs obtenues pour les rhomboèdres aigus sont certaines; celles répondant aux trapézoèdres sont assez bonnes. La face $w' = (\bar{3}.10.\bar{7}.3)$ donne au goniomètre les images les plus nettes répondant à des angles $p' : w = \{\bar{1}101\} : \{\bar{7}.10.\bar{3}.3\}$ de $43°52\,{}^3/_4$, $44°26\,{}^1/_4'$, $45°9\,{}^3/_4'$. La face $\varepsilon' = (\bar{1}3\bar{2}1)$ donne trois images répondant à des angles $p' : \varepsilon = \{\bar{1}101\} : \{\bar{2}3\bar{1}1\}$ de $39°27\,{}^3/_4'$, $41°40'$ et $41°48\,{}^3/_4'$, dont la dernière est la plus distincte. Enfin, la face $N'_1 = (\bar{7}.16.\bar{9}.7)$ donne les reflets les plus faibles, les valeurs angulaires pour $p' : N_1 = \{\bar{1}101\} : \{\bar{9}.16.\bar{7}.7\}$ correspondant à ces reflets sont : $32°5'$, $33°38\,{}^1/_2'$, $35°29\,{}^3/_4'$ et $37°52\,{}^1/_4'$. Pour la face w' nous admettons la valeur angulaire $44°26\,{}^1/_4'$, pour la face ε', $41°48\,{}^3/_4'$, répondant à l'image la plus nette; pour la face N'_1, $33°38\,{}^1/_2'$. On observe sur ce cristal une face de rhomboèdre positif $p = (10\bar{1}1)$ très grande, de 14 millimètres de longueur sur 13 millimètres de plus grande largeur. Cette face surmonte une face appartenant au rhomboèdre positif $e^{7/2} = (30\bar{3}1)$. A gauche de cette face se trouve une très petite face $s = (2\bar{1}\bar{1}1)$.

La face $e^{1/2} = (01\bar{1}1)$, d'une longueur de 4 millimètres, est allongée; elle est accompagnée d'une face de rhomboèdre négatif aigu $e^{7/5} = (04\bar{4}1)$ et d'une face de prisme $e^{2'} = (01\bar{1}0)$ interrompue par des rhomboèdres $e^{7/5} = (04\bar{4}1)$, et d'autres faces indéterminables; elle est également courbe à certains endroits. La face $e^{7/5} = (04\bar{4}1)$ est légèrement striée. A droite de la face $e^{1/2}$ s'observe une face $s' = (\bar{1}2\bar{1}1)$ assez développée, triangulaire, suivie d'une zone striée parallèlement à l'arête $p' : s' = (\bar{1}101) : (\bar{1}2\bar{1}1)$, comprenant les trapézoèdres négatifs droits : $N'_1 = (\bar{7}.16.\bar{9}.7)$, $\varepsilon' = (\bar{1}3\bar{2}1)$ et $\omega' = (\bar{3}.10.\bar{7}.3)$.

La face $e^{1/2''} = (1\bar{1}01)$ surmonte le rhomboèdre négatif aigu $e^{4/5''} = (7\bar{7}02)$ strié, accompagné de la face de prisme $e^{2V} = (1\bar{1}00)$ présentant une surface assez régulière.

Quant aux trois autres côtés du cristal, ils sont plus ou moins corrodés et ne présentent aucune particularité.

La présence du trapézoèdre négatif situé à droite d'une face $e^{1/2}$ montre que l'on est en présence d'un cristal gauche.

Voici le tableau des mesures faites sur ce cristal :

Angles.	Mesurés.	Calculés.
$p : e^{7/2} = (10\bar{1}1) : (30\bar{3}1)$	23°14 1/4′	23°31′
$e^{1/2} : e^{7/5} = (01\bar{1}1) : (04\bar{4}1)$.	27°11 1/2′	27°5′
$e^{1/2''} : e^{4/5''} = (1\bar{1}01) : (7\bar{7}02)$	25°42′30″ (m)	25°32′
$p : s = (10\bar{1}1) : (2\bar{1}\bar{1}1)$	28°45 1/4′	28°54′
$p' : s' = (\bar{1}101) : (\bar{1}2\bar{1}1)$	28°48′	28°54′
$p : N_1' = (\bar{1}101) : (\bar{7}.16.\bar{9}.7)$.	33°38 1/2′	33°38′
$p' : \varepsilon' = (\bar{1}101) : (\bar{1}3\bar{2}1)$.	41°48 3/4′	41°47′
$p' : w' = (\bar{1}101) : (\bar{3}.10.\bar{7}.3)$.	44°26 1/4′	44°25′

LA

BIOLOGIE DU FILTRAGE AU SABLE

PAR

Ad. KEMNA (1)
Docteur en sciences,
Directeur de la Antwerp Water Works C°.

Planches IV, V, VI et VII

On peut dire que les exigences pour la qualité des eaux de distribution ont toujours été les mêmes, quoiqu'elles aient beaucoup changé. Les deux termes de cette affirmation paradoxale, quoique contradictoires, sont pourtant également vrais. La condition primordiale et constante a été la pureté; mais c'est précisément la conception de pureté qui s'est graduellement modifiée, de façon à correspondre aux progrès successifs de la science.

On peut distinguer trois étapes dans cette évolution, et quoique les transitions aient été assez nettes et rapides, on rencontre encore maintenant, à l'état vivant et fonctionnellement actif, des représentants attardés de ces divers stades, de même que nous avons tous connu des géologues croyant aux cataclysmes et qu'il y a encore des médecins protestant contre les microbes.

Le premier filtre à sable a été construit en 1829 par l'ingénieur Simpson, pour la Chelsea C° de Londres. J'aurais voulu avoir le

(1) Présenté, sous forme de conférence, le 24 juin 1899.

rapport de Simpson et, à ma demande, le secrétaire de la Chelsea C° a fouillé dans ses archives, mais sans résultat. Mais la question de l'amélioration des eaux de Londres était à l'ordre du jour, il y a plus de soixante-dix ans; une Commission royale a siégé en 1827-1828 et la Chambre des Communes avait nommé une délégation. Devant cette dernière, Simpson a déposé, le 7 juillet 1828, comme ingénieur de la Chelsea C°. Il déclare que, depuis plusieurs années, son attention a porté sur le filtrage de l'eau, attendu que sa conviction est que la simple décantation dans des réservoirs est insuffisante pour clarifier l'eau. A la demande des administrateurs de la Société, il a parcouru plusieurs comtés d'Angleterre, notamment le Lancashire, le Lincolnshire, et a poussé jusqu'en Écosse. Il a visité plusieurs usines et des municipalités alimentées par des eaux filtrées, quelques-unes depuis plus de seize ans. A une question du président, il répond : « Je ne doute » nullement que je pourrai filtrer toute l'eau à fournir; ma Société » dispose dans ce but de plus de 4 acres (plus d'un hectare et demi) de » terrain, ce qui, à mon avis, suffit pour les besoins présents et » futurs. » Un filtre expérimental avait marché à raison de 3 $^1/_2$ mètres de colonne d'eau par vingt-quatre heures, soit environ 40 % de plus que les 2 $^1/_2$ mètres cubes, vitesse normale d'aujourd'hui.

Les résultats de la Chelsea C° ayant été satisfaisants, les autres compagnies suivirent l'exemple qui leur était donné. Les procès-verbaux de la Lambeth C° mentionnent qu'à la date du 25 janvier 1831, le conseil d'administration prit connaissance d'une proposition de Simpson pour établir des filtres; et le 10 février 1835, les agents de la Compagnie reçurent pour instructions de se rendre chez les abonnés et de leur laisser une circulaire annonçant que la Compagnie « avait » réussi à purifier ses eaux, lesquelles étaient maintenant fournies » dans un état qui satisfaisait tout le monde ».

Dans cette première période, la seule norme de pureté admise pratiquement, était l'aspect physique de l'eau et ses propriétés organoleptiques. Simpson ne filtrait que pour clarifier. Le mécanisme du filtrage, en d'autres mots la théorie du procédé, était évident : les particules en suspension, causes du trouble, étaient arrêtées à la surface du sable parce qu'elles étaient plus grandes que les interstices entre les grains ou ne parvenaient pas à suivre les voies sinueuses dans toute l'épaisseur de la masse de sable.

La deuxième période est caractérisée par le développement de la chimie hydrologique. La détermination de la composition chimique

des eaux a fait l'objet d'un immense labeur scientifique. On est à peu près d'accord pour les composants minéraux, sauf pour la dureté, qui s'exprime d'une demi-douzaine de façons différentes. Mais pour les « matières organiques », il y a une très grande variété de méthodes, de résultats et de modes d'expression. Cette abondance n'est pas richesse, bien au contraire, elle est une preuve de l'imperfection et de l'insuffisance de la science. Néanmoins, des chimistes ont cru pouvoir proclamer des règles, établir des maxima, que les hygiénistes ont essayé d'imposer aux hydrologues. C'est un honneur douteux pour Bruxelles que d'avoir vu, en 1885, un congrès pharmaceutique pousser à l'extrême cette tendance, heureusement sans trouver d'écho. Bien avant cette date, en fait, dès le début de la période chimique et de la constitution de l'hygiène comme un département distinct des sciences médicales, il y a eu souvent conflit; les hygiénistes dénonçaient chez les ingénieurs une appréciation insuffisante du rôle que la science doit jouer dans ces questions; et les ingénieurs, à leur tour, accusaient les hygiénistes de n'être que des théoriciens, ne tenant aucun compte des possibilités pratiques. En somme, on s'est mutuellement dit ses vérités.

Quand on appliqua les analyses chimiques aux eaux filtrées, on constata que les filtres auxquels on ne demandait qu'une tâche modeste, celle de clarifier, opéraient en outre une purification chimique notable; et cette action portait précisément sur les matières organiques, c'est-à-dire sur l'élément auquel les hygiénistes attachaient le plus d'importance.

Or, ces matières sont à l'état dissous; la théorie primitive de rétention mécanique ne leur est pas applicable. Mais les savants sont rarement embarrassés pour longtemps, et ils n'ont pas tardé à fournir une explication. On a rappelé que les solides à l'état pulvérulent jouissaient de la singulière propriété d'extraire de leurs solutions les matières organiques à poids moléculaire élevé; c'est sur cette propriété qu'est basé l'emploi du noir animal dans la clarification du sucre; — le noir de platine, en condensant de l'oxygène dans ses pores, peut transformer l'alcool en vinaigre; — et puis, le filtre à sable doit agir en somme comme le sol arable, auquel on doit la pureté des sources.

Tout cela semble assez plausible au premier abord. Mais en examinant de plus près, on voit que le parallèle entre le filtre à sable et le sol naturel ne peut pas être poursuivi bien avant. Le sol est un mélange intime de sable, de calcaire et d'argile, où l'argile est de loin la substance la plus absorbante, l'action du sable étant très faible, si pas nulle. En admettant que nous ayons affaire ici à des « actions de sur-

face », le degré de division de la matière est un élément important; cette division est poussée beaucoup plus loin dans la terre ordinaire que dans le sable d'un filtre. La quantité de pluie qui tombe en un an dans nos régions est d'environ 80 centimètres, soit un tiers de ce que débite un filtre en un jour. Le sol ne travaille que par intermittences et ses couches supérieures sont soumises à une aération constante; la marche d'un filtre est au contraire continue et la masse du sable est entièrement noyée. Ainsi, le filtre est composé de la substance inerte du sol, fortement surmenée et ayant à travailler dans des conditions défavorables à l'abri de l'air. Il est fort heureux que Simpson se soit fort peu préoccupé de toutes ces considérations théoriques, car nous n'aurions jamais eu le filtrage au sable.

Mais voyons un peu jusqu'où nous mène ce raisonnement; il est la démonstration scientifique de l'inefficacité du filtrage et nous fait entrer par conséquent en collision avec un fait patent, indéniable : la très grande efficacité de ce filtrage. Notre théorie est donc fautive; nous devons avoir omis un élément essentiel. Cette lacune a été comblée quand les Allemands, avec leur esprit méthodique et leur tendance scientifique, abordèrent la question, restée jusqu'à ce jour une spécialité des ingénieurs anglais.

Le troisième stade évolutif est marqué par le développement rapide de la notion de microbe et par l'intervention des considérations biologiques. Plusieurs épidémies furent reconnues, sans doute possible, comme dues à la contamination des eaux; et l'action du filtre à sable fut regardée comme une conséquence de l'activité vitale des plantes inférieures, des protozoaires et des microbes. Cet accroissement de nos connaissances se traduisit par de nouvelles exigences pour la qualité des eaux.

Les microbes devinrent très vite populaires; et comme c'est une opération très simple que d'en effectuer le dénombrement dans un centimètre cube d'eau, les bactériologistes poussèrent comme des champignons. Il y eut un moment d'affolement du public quand on lui signala qu'il avalait des milliers d'organismes dans une gorgée d'eau, et bien des braves gens se crurent morts; mais quand, après quelques jours, ils constatèrent qu'ils étaient encore vivants, leur enthousiasme du début fit place au scepticisme. C'est là la réaction inévitable contre les exagérations. Mais il ne faut pas aller trop loin en sens contraire.

C'est un fait établi que la fièvre typhoïde et le choléra se propagent par l'eau; des désastres comme le choléra de Hambourg en août 1892

l'épidémie de fièvre typhoïde à Maidstone en septembre 1897, sont là pour l'attester. Ces expériences en grand démontrent en outre, de la façon la plus évidente, que le mal est fait uniquement par les germes nocifs spécifiques qui ont pu s'introduire dans les eaux; il faut plaindre ceux qui refusent de voir ces faits qui crèvent les yeux, mais surtout nous garder de suivre leurs conseils, quelle que puisse être leur compétence dans d'autres départements de la science. Il ressort en outre de plusieurs de ces enquêtes un enseignement important : c'est que le filtrage au sable est une protection efficace. Ce dernier fait n'est pas suffisamment apprécié à sa juste valeur par beaucoup d'ingénieurs, qui ne jurent que par les sources. Les ingénieurs français, et surtout le service des eaux de Paris, rejettent absolument le filtrage au sable, et l'année passée un de leurs chefs de bureau a passé le détroit pour expliquer par interprète aux membres de la Commission royale, combien Londres est encore arriéré! A Paris, on ne veut que des sources; mais tout ce qui sort de terre est dénommé « source » même quand ce n'est que la réapparition à ciel ouvert d'une rivière, après un cours souterrain dans du calcaire fissuré; le déficit est parfait avec de l'eau de Seine non filtrée, et un hygiéniste a pu qualifier la distribution de la Ville-Lumière, d'arrosoir à fièvre typhoïde.

Quand on filtre avec du sable pur et stérilisé, pendant les premières heures, on n'arrête que les particules flottantes d'assez grande dimension; il n'y a ni purification chimique, ni réduction bactériologique; le filtre n'exerce qu'une action purement mécanique. Après une couple de jours, il s'est formé une couche à la surface du sable et nous constatons alors que le filtre détruit les matières organiques et retient les microbes. Cette couche superficielle est formée d'algues vertes et bleues aux filaments entrelacés en une membrane feutrée; d'innombrables diatomées à la carapace siliceuse et aux enveloppes souvent gélifiées remplissent les mailles; des zooglées ou masses d'organismes microscopiques agglutinés recouvrent toutes les parcelles et le tout est criblé de microbes.

Le premier effet doit être le remplissage des interstices entre les grains de sable, assurant une meilleure rétention mécanique, dont l'action sera notablement augmentée par la nature poisseuse de cette matière de remplissage. Puis, nous avons à considérer que cette matière est un agrégat d'êtres vivants. On sait, depuis Priestley et Lavoisier, que les plantes purifient le milieu; vers le tiers du siècle actuel, Cagniard de la Tour, en France, et Schwann, en Allemagne, ont reconnu que les fermentations étaient le résultat de l'activité vitale de

micro-organismes. Nous avons donc des éléments suffisants pour expliquer les modifications chimiques de l'eau filtrée.

La diminution du nombre de microbes est considérable, des réductions de 96 à 98 °/₀ étant normales. A Anvers, avec 10.000, parfois 100,000 et même beaucoup plus dans l'eau brute, pendant des mois consécutifs l'eau filtrée est à 20 ou 30 colonies par centimètre cube. Cette réduction n'implique pas nécessairement une destruction; au contraire, il y a pullulation dans la couche supérieure du sable; il est probable que la couche glaireuse qui recouvre chaque grain de sable fixe le microbe qui vient en contact avec elle; le filtre agirait donc comme une toile d'araignée.

Cette comparaison pourrait être plus exacte qu'il ne paraît à première vue. La théorie d'une toile d'araignée a été donnée par le physicien anglais, le professeur Vernon Boys, avec des fibres de quartz d'une ténuité extrême. Ces fils, légèrement enduits d'une mince couche d'huile, présentent une succession de gouttelettes alternativement petites et grandes, comme un chapelet; les espaces entre les perles agissent sur la lumière comme un réseau et donnent un spectre de diffraction. C'est exactement le dispositif qu'on trouve aux fils circulaires d'une toile d'araignée. Ce perlé avait été considéré comme le produit du travail de l'animal et un cas remarquable d'instinct; il est tout simplement la conséquence des lois physiques sur l'équilibre moléculaire des liquides. Les expériences bien connues de Plateau nous ont appris que le cylindre n'est pas pour les liquides une forme d'équilibre et qu'il se fragmente en sphères. Les fibres de quartz et le fil d'araignée ont la propriété commune d'attraper les mouches, et cette propriété est encore une fois la conséquence d'une loi physique : la tension superficielle. Il n'est pas nécessaire que la substance soit poisseuse; pourvu qu'elle soit étalée en couche mince, elle pourra fixer les microbes.

La purification chimique par action vitale, la rétention mécanique des microbes, voilà probablement les points principaux du filtrage au sable; mais ici, comme dans tous les phénomènes naturels, il y a une grande complexité et d'autres éléments encore interviennent. La lumière, par exemple, est un microbicide énergique; les filtres ouverts, toutes choses égales d'ailleurs, valent donc mieux que les filtres voûtés; ce que la pratique a confirmé. Les plantes et les microbes maintiennent la composition moyenne de nos rivières en détruisant rapidement les matières organiques. D'après des travaux du Dr O. Strohmeyer, au laboratoire de la distribution d'eau de Hambourg, les algues vertes amèneraient rapidement la disparition des microbes, stérilisant com-

plètement parfois en moins d'un jour; les expériences semblent faites avec soin, mais la conclusion est si étonnante, qu'une confirmation ne serait pas inutile; l'oxygène libéré par la plante, à l'état naissant, pourrait expliquer le phénomène; l'ozone, qui n'agit que par l'oxygène naissant, est un stérilisant de premier ordre, dont on étudie en ce moment l'application en grand à la purification des eaux.

Si les microbes se multiplient dans la couche supérieure du sable, il n'en est pas moins possible, et il est même probable, que cette multiplication n'est pas égale pour toutes les espèces; il y a une concurrence vitale, et l'on peut parfaitement concevoir que certaines espèces, moins vivaces et plus délicates, puissent diminuer en nombre d'individus et même disparaître tout à fait. Ceci est d'une importance capitale pour l'hygiène pratique, car précisément les microbes pathogènes sont dans des conditions d'infériorité par rapport aux espèces aquatiles vulgaires; ils sont adaptés à la vie parasitaire, à un milieu très nutritif, à une température élevée, toutes conditions qu'ils ne trouvent pas dans l'eau. En outre, il résulte de recherches déjà anciennes de Miquel qu'une eau fortement polluée et puis purifiée cultive moins bien les microbes qu'une eau originellement pure; la première contamination semble avoir vacciné l'eau jusqu'à un certain point contre une contamination subséquente; l'eau du Gange, par exemple, est nettement nocive pour le microbe du choléra; de sorte que, étant données deux distributions, une d'eau de source et l'autre d'eau de rivière filtrée, une même contamination serait plus dangereuse pour la première que pour la seconde.

De nombreuses expériences ont été faites sur la rétention ou la destruction des microbes pathogènes par les filtres à sable; on doit écarter tout ce qui a été fait avec des filtres de laboratoire de dimensions forcément restreintes. Le filtrage au sable est une opération qui réussit très facilement en grand, qui ne donne pas de résultats en petit — à peu près comme une distillation fractionnée, la terreur des assistants de laboratoire et qui donne industriellement au premier jet, de l'alcool à 92°. A Berlin, en 1889, on a travaillé en grand; des filtres ordinaires ont reçu du choléra, de la fièvre typhoïde et un microbe aquatile, mais rare, un violacé : tous ont passé. Ces résultats indéniables seraient de nature à justifier tout ce qu'on pourrait dire contre le filtrage, s'ils n'étaient pas en contradiction formelle avec l'expérience des villes alimentées depuis cinquante ans d'eaux filtrées.

Le bactériologiste anglais Percy Frankland a donné une explication qui est probablement la bonne. Il s'est d'abord demandé ce qu'il faut avaler de microbes pour devenir malade; une seule bactérie pathogène

ingurgitée a peu de chances d'échapper aux nombreux phagocytes qui font pour ainsi dire la police du tube digestif; il en sera de même pour deux, trois, dix, cent microbes isolés et pris individuellement; certes il y aura une limite, mais elle peut être assez élevée. Mais au lieu de supposer dix microbes isolés et uniformément répartis dans un verre d'eau, supposons-les massés sur un filament quelconque, flottant dans l'eau; chacun des phagocytes qui rencontreront ce filament sera impuissant et, au lieu de détruire, sera détruit; grâce à leur concentration, les microbes triompheront et pourront pulluler dans l'organisme. Or, un filtrage même sommaire, retiendra sûrement ces parcelles flottantes.

Le professeur Alexandre Bain, dans son *Traité de Logique inductive et déductive*, a fait remarquer que dans le plus ordinaire des procédés industriels ou des questions d'application, il intervient plusieurs sciences, de sorte que la *science pratique* est plus difficile que la science seule ou la pratique seule. Le filtrage au sable, tel qu'on le comprend aujourd'hui, est un bon exemple de cette vérité. Il doit son existence uniquement à la hardiesse d'un homme pratique et, comme nous l'avons vu, les considérations de science, loin d'avoir présidé à sa naissance, n'auraient fait qu'entraver son apparition. Mais le manque d'esprit scientifique de certains ingénieurs anglais l'a maintenu pendant cinquante ans à l'état de procédé purement empirique. Le filtre n'était pour eux qu'un tas de sable par-dessus lequel on versait de l'eau, qu'on soutirait par le bas; c'était le contre-maître qui dirigeait cette opération; il y a malheureusement encore bien des localités où les choses sont restées en cet état. Sur le continent, il en est autrement; en Allemagne et en Hollande, l'élément scientifique est apprécié à sa juste valeur.

Une fois qu'il était établi que des êtres vivants jouaient le principal rôle dans le filtrage, il semblerait qu'on eût dû aussitôt se demander quels étaient ces organismes. Pendant plus de dix ans, personne n'a répondu à cette question. On peut s'expliquer ce silence quand on songe que la question est du domaine tout à fait spécial de la botanique et de la zoologie. Or, les biologistes avaient fort à faire à compléter le catalogue des êtres et à scruter leur organisation et leur développement. Aucun d'eux n'a songé à entreprendre un travail en somme fastidieux et sans grande portée théorique.

Si à la fin ce travail a été commencé, on le doit à l'épidémie de choléra de Hambourg. Cette épidémie, à Hambourg et dans quelques

autres villes, a fait 10.000 victimes, le tiers de ce que coûte une grande bataille. Sous l'influence de la peur qu'elle a causée, on a pu faire en six semaines plus d'hygiène pratique qu'autrement en six mois. Le laboratoire de Hambourg pour l'étude scientifique du filtrage au sable sera une excellente institution. La voie a été ouverte par le bureau d'hygiène de l'État de Massachusetts; les stations zoologiques d'eau douce méritent également une mention; la première en date est celle fondée par Zacharias en 1892, près du lac de Plön, dans le Holstein; récemment le professeur Birge a commencé en Amérique pour le lac Mendota; les administrateurs de la distribution d'eau de Brooklyn ont créé à Mount Prospect un laboratoire biologique sous la direction de Whipple.

Le travail préliminaire à Hambourg a consisté à suivre pendant une année les variations de la flore des Algues; on a négligé les plantes supérieures qui, du reste, n'ont jamais le temps de se développer. Chaque fois qu'un filtre était nettoyé, la pellicule était examinée au microscope.

Les Algues peuvent être considérées comme des plantes unicellulaires; la substance vivante est une petite masse nucléée de protoplasme, dans une membrane de cellulose, dont les couches extérieures sont souvent gélifiées. Le protoplasme renferme des inclusions colorées et parfois de forme constante chez une même espèce; la couleur est verte, brune ou bleu verdâtre. On sait que ce protoplasme coloré a le pouvoir d'utiliser l'énergie des radiations solaires pour décomposer l'acide carbonique, l'eau et les composés azotés inorganiques pour en faire de nouveau de la matière organique; il y a libération d'oxygène.

A strictement parler, un grand nombre d'Algues sont composées de plus d'une cellule; mais toutes ces cellules sont semblables; il n'y a pas de spécialisation de fonctions. Les cellules sont réunies pour constituer des filaments, des masses aplaties ou sphériques, parfois même pour constituer un organisme simulant une tige, des branches et des feuilles.

La classification la plus pratique pour notre usage peut se baser sur la couleur. Les Algues bleues représentent le type inférieur d'organisation, la présence ou l'absence d'un noyau cellulaire étant encore une question controversée. Les Algues vertes commencent également par des formes très simples, mais vont beaucoup plus haut par les termes supérieurs de la série. Les Algues brunes, ou diatomées, constituent un groupe à part, caractérisé par une enveloppe siliceuse composée de deux moitiés, comme une boîte de carton avec son couvercle.

Outre les Algues qui constituent la pellicule filtrante sur le sable, il y a lieu de tenir compte des Algues flottantes. Elles doivent leur diminution de densité à des gouttelettes d'huile qui farcissent le protoplasme ou à des bulles de gaz. Les Algues du fond montent aussi parfois à la surface, lorsqu'une nutrition énergique dégage beaucoup d'oxygène qui s'accumule dans les paquets formés de filaments entrelacés. Ce fait accidentel a pourtant une assez grande importance pratique, car la montée de ces paquets, se produisant simultanément sur de grandes étendues, dénude le sable, et les microbes passent. On doit, aussitôt qu'on constate l'apparition de ces masses flottantes et une augmentation spontanée du débit du filtre, réduire ce débit et traiter le filtre comme un filtre neuf.

Les espèces normalement flottantes, constituant ce que l'on nomme le « plankton », finissent par mourir et s'accumulent alors sur le sable. Une espèce peut apparaître en énorme quantité, comme d'épais nuages, colorant l'eau. Il en résulte d'abord une obstruction rapide du filtre, forçant à des nettoyages plus fréquents et diminuant par conséquent le débit général de l'installation, précisément aux époques de grande chaleur où la consommation est maximum. Il est clair aussi que le passage préalable de l'eau à travers une couche de végétaux morts ne peut qu'influer défavorablement sur la composition chimique. Enfin, plusieurs de ces espèces du plankton sont fortement odorantes, même à l'état vivant, et causent ainsi de très graves inconvénients.

Cette question des odeurs des eaux a été soigneusement étudiée en Amérique, et l'on en trouvera un excellent résumé dans l'ouvrage récent de Whipple, sur la microscopie des eaux potables. Chaque espèce a son odeur particulière, et avec un peu d'habitude on peut prédire par l'odeur quelle sera l'espèce dominante. Parmi les Algues bleues, *Anabaena* vient en première ligne. En traitant des cultures par la gazoline, Jackson et Ellms ont pu extraire le principe odorant, qui est une huile essentielle, se résinifiant facilement à l'air; l'odeur est herbacée et terreuse, mais devient repoussante quand la plante se décompose. Une diatomée flottante composée de quelques cellules grêles groupées en étoile, d'où le nom générique de *Asterionella,* est très fréquente dans les distributions d'eau non filtrée en Amérique; elle donne une odeur aromatique rappelant le géranium, qui devient une odeur de poisson à la décomposition. Deux espèces de Flagellés, *Uroglena* et *Synura,* jouissent aussi d'une détestable réputation : la première à cause de son odeur d'huile de poisson; la seconde ayant l'odeur vireuse des cucurbitacées et nettement perceptible, avec cinq à dix colonies par centimètre cube.

Lorsque les Algues bleues se décomposent, la matière colorante est plus ou moins libérée, et il se forme à la surface de l'eau une écume bleu verdâtre, comme de la couleur à l'huile. L'été de 1896 a amené un développement extraordinaire d'*Anabaena* et plusieurs fossés de l'enceinte d'Anvers étaient entièrement recouverts de cette écume, dont l'odeur incommodait les gens vivant à proximité.

On a trouvé à Hambourg une certaine régularité dans la nature des plantes constituant la couche filtrante. En hiver, les Diatomées sont pour ainsi dire seules ; il y a beaucoup moins d'espèces qu'en été, mais quelques-unes sont en nombre immense. Les Algues vertes se montrent au début du printemps et acquièrent leur maximum de développement vers le milieu de l'été; on n'en trouve que très peu en hiver. Les Algues bleues se montrent surtout vers la fin de l'été et se maintiennent une partie de l'automne. Mais constamment, à toutes les époques, il y a des diatomées, et ce sont elles qui sont par conséquent l'élément efficace par excellence des filtres à sable.

Je puis confirmer cette conclusion dans ses grandes lignes. A Waelhem (station de filtration de la distribution d'eau d'Anvers), chaque filtre nettoyé a sa pellicule soumise à un examen microscopique; on fait une demi-douzaine de préparations en portant directement sur la lamelle le raclage de la surface; la séparation avec le sable par agitation avec de l'eau peut fausser les résultats; les formes filamenteuses ou très collantes ne sont pas suffisamment mises en évidence par cette méthode. Je n'ai pas cru nécessaire de compter le nombre réel des formes; les méthodes longues et pénibles appliquées par Hensen, de Kiel, pour le plankton de l'Océan, par Zacharias en Allemagne, Sedgwick et Rafter en Amérique, peuvent avoir une utilité relative pour les formes flottantes; mais ici les chiffres n'auraient plus aucune signification, puisque nous avons les organismes accumulés, soustraits à toute la masse de l'eau qui a passé par ce filtre. Je me suis arrêté à une approximation assez grossière; je représente par 10 le total des organismes constituant la couche filtrante et puis chaque genre a dans ce total sa part proportionnelle. Par exemple :

Melosira varians	5
Fragilaria capucina	4
Spirogyra	1
(*S. tenuissima* dominant)	

signifie qu'environ la moitié de la couche est formée de *Melosira*, puis il y a un peu moins de *Fragilaria* et à peu près 10 % de divers

Spirogyra, surtout *S. tenuissima*. Les résultats auxquels arrivent pour un même filtre divers observateurs, sont suffisamment concordants.

Outre les formes dominantes, on signale aussi comme formes accessoires celles qui, sans être en quantité suffisante pour pouvoir participer au total 10, sont cependant suffisamment nombreuses pour pouvoir être mentionnées; une forme, accessoire pendant quelque temps, peut devenir par la suite une forme dominante. Tel est, par exemple, le cas pour la diatomée *Synedra*, tout au plus accessoire pour les filtres nettoyés en avril, et qui, dans les filtres nettoyés vers le milieu du mois de mai, est devenue forme dominante avec la quote-part 3.

Enfin, on mentionne encore les raretés et les formes intéressantes à un titre quelconque, les divers événements biologiques qu'on a pu observer dans ce filtre pendant toute sa marche, et l'on donne une description de l'état physique de la pellicule.

Strohmeyer fait observer avec raison que la masse d'Algues qu'on trouve sur le sable quand le filtre est mis à sec, est si considérable, que depuis longtemps il semblerait que l'eau ne pouvait plus passer. Il attribue une grande importance pratique à une formation modérée de gaz, qui maintient les filaments dressés dans l'eau, alors que couchés, ils obstrueraient le filtre. En outre, l'eau, ayant passé à travers ce gazon, abandonne aux tiges gélatineuses une bonne partie des plus fins éléments en suspension; il y a donc là un dégrossissage préliminaire qui sauve le filtre et prolonge sa durée. Cette influence est surtout marquée quand on a la chance d'avoir une végétation d'*Hydrodictyon*, une Algue verte dont les cellules allongées forment des mailles pentagonales; j'ai vu des filtres entièrement couverts d'une couche de 15 centimètres, que les ouvriers roulaient comme un tapis.

Tous les filtres mis en marche depuis janvier et qui ont commencé à être nettoyés en mars avaient une composition identique; les diatomées agrégées en longs filaments, *Melosira* et *Fragilaria*, constituaient presque exclusivement la couche filtrante. Deux ou trois fois, il y avait intervention de *Spirogyra* et, dans ce cas, la couche était notablement plus feutrée et cohérente; dans les cas où *Synedra*, une forme isolée, intervenait dans une proportion notable, la couche était très mince, sans cohésion, et l'on ne pouvait en prélever une partie pour l'examen microscopique sans avoir en même temps des grains de sable sur la lame de verre. Les diverses allures des couches s'accordent donc parfaitement avec leur composition biologique.

Les modifications de la flore, qui mettent en évidence successivement les Algues brunes, vertes et bleues, sont la conséquence des

saisons. Aux époques de transition, j'ai souvent constaté, sans cause apparente, un plus grand nombre de microbes dans l'eau filtrée ; je me demande si le changement de flore ne peut pas être cette cause. Quand les conditions climatériques deviennent défavorables pour la flore existante, il en résulte un arrêt, à la fois dans le développement et dans toute l'activité vitale ; si maintenant les nouvelles formes saisonnières ne pullulent pas aussitôt, il y a une espèce d'interrègne, une période transitoire d'activité réduite. A cette cause probable, mais difficile à démontrer en fait, vient maintenant se surajouter la modification de la flore bactériologique elle-même; les espèces dominantes d'été ne sont pas les mêmes que celles d'hiver; chaque groupe apparaît souvent par poussée, et puis il semble que le filtre soit comme vacciné contre ce microbe spécial.

Il résulte de cet exposé que, malgré quelques inconvénients, les Algues sont un auxiliaire des plus précieux pour le filtrage. Le règne animal s'impose également à l'attention, mais avec lui, le bien est minime.

On a accusé l'éponge d'eau douce *(Spongilla)* d'avoir corrompu les eaux de plusieurs distributions en Amérique. Comme toutes les formes fixées et se nourrissant des matières en suspension appelées par un courant ciliaire, les éponges peuvent agir comme agent de clarification ; mais en revanche, lorsqu'elles se décomposent, il y a naturellement pollution. Il semble toutefois que la Spongille ait été accusée à tort et que la vraie cause du mal était le Flagellé *Synura*.

Une autre forme fixée est le groupe des Bryozoaires d'eau douce ; ils affectionnent, pour fixer leurs tubes cornés entrelacés, tout ce qui est fer; j'ai eu un tuyau de 24 pouces de diamètre ($0^m,60$), entièrement recouvert à l'intérieur d'une couche de 15 centimètres; le débit de ce tuyau était considérablement réduit et l'eau était fortement polluée. Je me suis débarrassé de ces hôtes incommodes en faisant passer un courant de vapeur et puis un fort courant d'eau; environ 200 mètres de ce tuyau ont fourni deux charretées de Bryozoaires.

A Rotterdam, toute la canalisation a été, en 1887, infestée par une Algue inférieure, brune par dépôt de fer dans la gaine externe, le fameux *Crenothrix;* le botaniste Hugo de Vries, chargé de faire une étude, a trouvé que tous les aqueducs et réservoirs étaient tapissés d'animaux fixés, et décrit en termes enthousiastes la richesse de cette faune et la beauté des exemplaires ; ce gazon animé se nourrissait des débris d'une infinité de petits crustacés xylophages, c'est-à-dire

mangeurs de bois, qui rongeaient la tête des pilotis supportant toutes les constructions. Quant au *Crenothrix* lui-même, il était apporté avec les eaux d'infiltration du sous-sol dans les réservoirs non étanches et se multipliait, grâce à la teneur élevée de l'eau en matières organiques. A Berlin, en 1877, le même cas s'est présenté, des kilomètres de tuyaux étaient bouchés par la végétation de *Crenothrix*. Dans tous ces cas, un bon filtrage fait disparaître l'inconvénient en enlevant aux animaux de quoi se nourrir.

Les organismes fixés, plantes ou animaux, ne peuvent pas causer directement des inconvénients majeurs. Leur extension est limitée à un seul plan; les parois du réservoir, même en les supposant entièrement recouvertes, n'ont qu'une influence assez faible sur la masse d'eau. Mais les organismes flottants peuvent occuper les trois dimensions de l'espace et envahir le cube d'eau tout entier. Toutes les espèces mentionnées comme pouvant communiquer une odeur à l'eau, sont des formes flottantes.

Dans un embranchement plus élevé du règne animal, l'embranchement des crustacés, le groupe nageur des Cladocères constitue un élément important du limnoplankton, ou faune flottante des eaux douces.

La forme la plus commune est *Daphnia;* un repli de la peau enveloppe latéralement l'animal, comme la coquille d'un mollusque bivalve; la deuxième paire d'antennes est énormément développée et sert de rames. Il y en a plusieurs genres et j'en ai une assez belle collection; je puis certainement doubler le nombre d'espèces renseigné dans la *Faune de Belgique* par Lameere.

Les Cladocères deviennent nombreux au printemps, mais on ne trouve que des femelles. Chaque individu forme un certain nombre d'œufs, qui se développent dans une poche incubatrice dorsale, sans fécondation préalable; c'est donc un cas de parthénogénèse. Comme les générations agames se succèdent rapidement, on comprend que le nombre des individus s'accroisse; ils infestent les réservoirs de décantation, les filtres; on voit de gros nuages se mouvoir dans l'eau. Leurs cadavres recouvrent le sable et la couche filtrante est impuissante pour détruire toute la matière organique qui entre en dissolution. C'est d'ordinaire en juin que se produit cette pullulation; en 1898, le printemps et le commencement de l'été ayant été très froids, les crustacés ne sont devenus un peu nombreux qu'en août. En 1896, leur développement a été absolument extraordinaire ; j'ai été forcé de tamiser toute l'eau allant aux filtres en la faisant passer par des écrans de toile

métallique et pendant plusieurs semaines, nuit et jour, il a fallu six hommes pour changer constamment les écrans; j'évalue à 10 tonnes (10.000 kilogr.) au moins, la quantité de crustacés ainsi enlevés.

A mesure que la saison avance, on voit apparaître les mâles en petit nombre et les femelles ne produisent plus que deux œufs, mais de dimensions plus grandes, qui s'entourent d'une coque formée par la cavité incubatrice; cette coque a quelque peu l'aspect d'une selle, ce qui lui a valu le nom d'*éphippium*. Ce sont les œufs d'hiver qui doivent être fécondés et qui ne se développeront qu'au printemps suivant. Quand nous voyons apparaître les œufs d'hiver, nous savons que c'est le commencement de la fin. Les éphippies flottantes sont poussées par le vent dans un coin du filtre; on les enlève au filet et on les transporte sur les champs dans une brouette.

Deux insectes sont parfois gênants dans les filtres. L'un est un petit moustique, *Chironomus*, avec une larve aquatique rouge sanguin; cette larve se construit un tube avec des grains de sable. Ces tubes sont parfois si nombreux, que la surface du filtre, au lieu d'être unie et lisse, est comme chagrinée. Tant que la larve reste dans son tube, le filtre travaille convenablement; mais quand elle doit se métamorphoser, elle quitte le fond pour venir à la surface et comme les tubes restent béants, la surface filtrante présente l'aspect d'une écumoire. Après une dizaine de jours de fonctionnement, le filtre se met soudain à débiter plus d'eau. Mais alors, les hirondelles viennent tournoyer au-dessus de ce filtre pour prendre les insectes ailés et servent d'indicateurs; on n'attend pas les trois jours nécessaires pour les cultures de microbes sur plaque et le filtre est immédiatement fermé. Les œufs du Chironome sont groupés dans un cordon gélatineux et parfois la paroi du filtre, à la hauteur du niveau de l'eau, est entièrement garni de ces cordons.

Le second insecte est un hémiptère, *Corixa*, voisin du genre bien connu *Notonecta*. Dans l'espèce la plus commune, *C. striata*, les trois paires de pattes sont très différentes. La paire antérieure est assez courte, épaisse et courbée en dedans; la paire moyenne est au contraire longue, grêle et pendante; et la paire postérieure, dirigée en arrière, garnie de soies sur un de ses bords, sert de puissant organe natatoire. Dans un grand bocal, aussitôt que brille le soleil, on voit les *Corixa* se mettre au travail; ils plongent jusqu'à la couche de végétaux et de détritus qui s'est accumulée au fond, en saisissent une certaine quantité avec la deuxième paire grêle et remontent lentement, en fouillant leur prise avec les membres antérieurs, puis la laissent retomber pour aller cueillir une nouvelle provision. Avec trois ou quatre

individus, en une demi-heure, tout le fond est remué et l'eau, primitivement claire, entièrement trouble. Toutefois, dans les filtres, les *Corixa* ne sont pas assez nombreux pour devenir un ennui sérieux.

Il reste encore à mentionner, dans cette ménagerie particulière de l'ingénieur des eaux, deux espèces de poissons : l'anguille et l'épinoche.

A plusieurs reprises, on a vu, en ouvrant un robinet domestique, sortir une anguille. Le cas s'est présenté à Londres il y a quelques années, et tous les journaux s'en sont occupés. A première vue, il semble impossible d'expliquer la présence d'un animal de cette taille, autrement que par l'introduction d'eau de rivière directement dans la canalisation et sans passage préalable par les filtres. Seulement, le cas s'est produit dans des installations où il n'y avait aucune communication directe de ce genre et où par conséquent une telle introduction d'eau était une impossibilité matérielle. La chose peut s'expliquer aisément quand on tient compte des mœurs de l'animal. C'est un fait connu que l'anguille peut sortir de l'eau et accomplir des voyages à l'air; les jeunes anguilles montent sur des surfaces verticales de plusieurs pieds de hauteur, surtout quand une mince nappe d'eau coule le long de la paroi. Beaucoup de filtres ont des tuyaux à l'air libre communiquant avec le gravier du fond et munis d'un flotteur pour indiquer le niveau de l'eau sous le sable et par conséquent la perte de charge due au filtrage; comme il est indispensable de laisser se perdre les premières eaux d'un filtre nouvellement nettoyé, il faut un tuyau menant vers un réservoir autre que celui d'eau pure ; même quand ce tuyau débouche au-dessus du niveau de l'eau dans ce réservoir, l'anguille peut s'élever le long de la paroi externe et s'introduire ainsi dans les canivaux sous le gravier et de là gagner la canalisation de distribution. Tous les débouchés de ce genre doivent être soigneusement protégés par des chapeaux en toile métallique.

A l'usine de Waelhem, l'eau des bassins de prise est levée par des vis d'Archimède pour être versée sur les filtres ; dans le bac où débouche en haut la vis, il y a un écran en toile métallique assez serrée. Le lundi 24 mai 1899, une de ces vis cassa, et il fallut mettre en marche une pompe centrifuge; la disposition du tuyau de décharge de cette pompe est telle qu'il faut enlever l'écran du bac. Les analyses bactériologiques de ce jour donnaient pour les filtres n°s 3, 7 et 8, respectivement 14, 34 et 32 colonies par centimètre cube. Le lendemain, ces mêmes filtres donnent 258, 292 et 242; le surlendemain, les résultats sont redevenus normaux.

Le filtre n° 7 fut nettoyé le jeudi 27 mai. On constata que la surface présentait en certains endroits des perforations nombreuses, assez régulièrement distribuées autour d'un centre occupé par un grand trou de plusieurs centimètres de longueur. Il y avait une vingtaine de ces constellations, occupant une surface totale de 12 mètres carrés environ. Le directeur du filtrage crut d'abord que l'air ayant pu s'introduire sous le sable, avait, en s'échappant, formé ces petits cratères, et des observations furent faites aux ouvriers qui auraient été coupables de négligence en ne signalant pas une baisse trop forte de l'eau; toutefois les ouvriers protestaient de leur innocence.

Le mardi 2 mai, ce fut au tour du filtre n° 8 d'être nettoyé et l'on y trouva une centaine de ces constellations. Un examen attentif fit découvrir que dans le trou central de chacune d'elles, sous une couverture d'algues, de brindilles et de petites pierres, il y avait une masse d'œufs: c'était un nid d'épinoche *(Gasterosteus aculeatus)*. (Voir planche VII.)

Le filtre n° 4, nettoyé le 4 mai, présentait le même caractère, mais moins marqué.

L'enlèvement des écrans a permis aux épinoches d'arriver sur les filtres. On sait que le mâle construit un nid et prend soin des jeunes, comme c'est du reste la règle générale chez les vertébrés inférieurs. Quand il a fait choix d'un emplacement, il y creuse un trou qu'il garnit de brindilles; c'est probablement en cherchant ses matériaux de construction qu'il fore les nombreux trous qui entourent sa demeure et qui sont tous obliques en dehors et en bas.

Un grand nombre d'autres faits curieux pourraient être cités, car le sujet de la biologie du filtrage est coextensif avec la zoologie et la botanique des eaux douces et avec une bonne partie de la bactériologie; mais je me suis borné aux points les plus intéressants, et une fois de plus je me permets d'insister sur le caractère scientifique de ces études et sur leur importance pratique.

NOTES ADDITIONNELLES

(séance du mardi 17 octobre 1899).

Filtrage au sable en France. — Il y a une dizaine d'années, M. l'ingénieur Noël a installé des filtres à sable et des purificateurs Anderson par le fer métallique pour la ville de Libourne. Peu de temps après, sur l'initiative de M. Boutan, ingénieur de la Compagnie générale des eaux, on installait à Boulogne-sur-Seine, puis à Choisy-le-Roi, le même système pour la banlieue de Paris. Ces essais ont été suivis, quant aux résultats bactériologiques, par M. Miquel, dont on connaît la compétence. Il paraît que la ville de Paris elle-même a décidé de recourir au filtrage au sable. Avec l'épandage appliqué depuis quelques mois à la totalité des eaux d'égout, ce qui arrête radicalement la pollution de la Seine, la capitale de la France n'aura désormais plus à craindre la comparaison au point de vue de l'hygiène avec les autres grandes villes, — bien entendu si le filtrage est appliqué convenablement et consciencieusement.

II. *Variations de composition de la couche filtrante.* — Depuis fin mars jusque fin septembre 1899, tous les filtres nettoyés à l'établissement de Waelhem, au nombre de 90, ont été examinés au point de vue de la composition biologique de la couche supérieure. Les résultats sont tabulés ci-dessous.

La première colonne donne le numéro d'ordre du filtre; la deuxième la date de mise en marche et celle du nettoyage; les autres colonnes donnent la composition de la couche supérieure, d'après la méthode d'évaluation qui a été expliquée; la dernière fournit des observations d'ordre généralement zoologique.

Avant de passer à l'étude de ce tableau, nous devons faire plusieurs remarques préliminaires.

Il n'est tenu compte que des formes dites dominantes, c'est-à-dire de celles qui sont en nombre suffisamment considérable pour pouvoir être considérées comme jouant le rôle prépondérant dans la filtration.

On comprend que la couche supérieure, qui a arrêté tout ce qu'il y avait dans la masse relativement énorme d'eau filtrée, contienne autre

Tableau montrant les variations de composition de la couche filtrante du 1er avril au 30 septembre 1899.

Nº des filtres.	PÉRIODES D'ACTION.	*Fragilaria.*	*Melosira.*	*Synedra.*	*Cyclotella.*	*Asterionella.*	*Navicula.*	*Coscinodiscus.*	*Oscillariées.*	*Protococcus, etc.*	*Spirogyra.*	OBSERVATIONS.
1	29 janvier - 27 mars	4	4	2	»	»	»	»	»	»	»	
7	4 février - 3 avril	4	»	2	»	»	»	»	»	»	4	Rares exemplaires de *Daphnia longispina.*
8	7 février - 10 avril	5	3	»	»	»	»	»	»	»	2	*Cyclopsina castor* assez nombreux; larves et chrysalides de *Chironomus.*
6	19 février - 15 avril	4	5	»	»	»	»	»	»	»	1	
3	23 février - 17 avril	4	4	»	»	»	»	»	»	»	2	
5	1er mars - 17 avril	3	4	»	»	»	»	»	»	»	3	
4	15 mars - 19 avril	4	5	»	»	»	»	»	»	»	1	Quelques *Corixa striata.*
2	12 mars - 21 avril	4	4	»	»	»	»	»	»	»	2	Nombreux filaments d'un *Nostoc* (?)
1	28 mars - 25 avril	3	6	»	»	»	»	»	»	»	1	
7	5 avril - 27 avril	3	5	1	»	»	»	»	»	»	1	Épinoches.
8	12 avril - 2 mai	3	6	1	»	»	»	»	»	»	»	Épinoches.
3	18 avril - 4 mai	3	6	1	»	»	»	»	»	»	»	Épinoches; un nid avait affecté, par 336 trous, une surface de 1m,10 × 1m,10.
5	19 avril - 6 mai	3	5	1	1	»	»	»	»	»	»	Algues vertes totalement absentes. — *Bosmina.*
6	16 avril - 8 mai	1	6	3	»	»	»	»	»	»	»	
4	21 avril - 9 mai	1	5	4	»	»	»	»	»	»	»	
2	26 avril - 11 mai	3	5	2	»	»	»	»	»	»	»	
7	28 avril - 13 mai	1	2	2	5	»	»	»	»	»	»	*Gamarus pulex* en quantité.
1	26 avril - 15 mai	3	6	1	»	»	»	»	»	»	»	*Gamarus pulex* en quantité.
8	3 mai - 16 mai	1	2	1	6	»	»	»	»	»	»	*Gamarus pulex* en quantité. — *Daphnia* avec œufs d'été.
2	26 avril - 16 mai	2	2	1	5	»	»	»	»	»	»	Mis à sec, les 10-11 mai.
3	4 mai - 17 mai	1	1	2	6	»	»	»	»	»	»	
4	10 mai - 18 mai	»	»	1	9	»	»	»	»	»	»	
5	7 mai - 18 mai	»	1/2	1/2	9	»	»	»	»	»	»	
6	9 mai - 19 mai	»	»	1/2	9	1/2	»	»	»	»	»	
1	26 avril - 20 mai	1	1	1	7	»	»	»	»	»	»	Mis à sec, les 14-15 et 19 mai.
7	14 mai - 24 mai	»	»	1/2	9	1/2	»	»	»	»	»	*Cyclops* nombreux.
3	17 mai - 25 mai	»	»	1/2	9	1/2	»	»	»	»	»	
8	17 mai - 27 mai	»	»	1/2	9	»	1/2	»	»	»	»	
4	19 mai - 29 mai	»	»	1	9	»	»	»	»	»	»	
6	20 mai - 31 mai	»	»	1	9	»	»	»	»	»	»	
5	19 mai - 1er juin	»	»	1	9	»	»	»	»	»	»	
2	18 mai - 2 juin	»	»	1	9	»	»	»	»	»	»	
1	21 mai - 3 juin	»	»	1/2	9	1/2	»	»	»	»	»	
7	25 mai - 5 juin	»	»	2	8	»	»	»	»	»	»	*Daphnia* nombreux. — *Argulus* sur alevins d'éperlans.
3	27 mai - 6 juin	»	2	2	6	»	»	»	»	»	»	
8	28 mai - 8 juin	»	»	1	9	»	»	»	»	»	»	
4	30 mai - 9 juin	»	2	1	7	»	»	»	»	»	»	
6	1er juin - 10 juin	»	2	1	7	»	»	»	»	»	»	*D. longispina* et *B. longirostris* nombreux.
5	2 juin - 12 juin	»	»	1	9	»	»	»	»	»	»	*D. longispina* et *B. longirostris* nombreux.

Tableau montrant les variations de composition de la couche filtrante du 1er avril au 30 septembre 1899 (suite).

Nº des filtres.	PÉRIODES D'ACTION.	*Fragilaria.*	*Melosira.*	*Synedra.*	*Cyclotella.*	*Asterionella.*	*Navicula.*	*Coscinodiscus.*	*Oscillariées.*	*Protococcus, etc.*	*Spirogyra.*	OBSERVATIONS.
2	3 juin - 13 juin	»	»	1	9	»	»	»	»	»	»	
1	4 juin - 14 juin	»	»	1	9	»	»	»	»	»	»	
3	7 juin - 15 juin	»	»	»	10	»	»	»	»	»	»	
7	5 juin - 17 juin	»	»	2	5	»	»	»	3	»	»	
4	10 juin - 24 juin	»	»	»	8	»	»	»	2	»	»	*Chironomus plumosus* nombreux.
5	13 juin - 24 juin	»	»	»	8	»	»	»	2	»	»	
8	9 juin - 26 juin	»	»	»	5	»	»	»	5	»	»	
6	11 juin - 27 juin	»	»	»	8	»	»	»	2	»	»	
2	16 juin - 28 juin	»	»	»	8	»	»	»	2	»	»	
3	16 juin - 29 juin	»	»	»	4	»	»	»	»	6	»	
7	18 juin - 3 juillet	»	»	»	2	»	»	»	4	4	»	
1	18 juin - 5 juillet	»	»	»	2	»	»	»	4	4	»	
4	24 juin - 6 juillet	»	»	5	3	»	»	»	»	2	»	
8	27 juin - 10 juillet	1	»	2	1	»	»	»	6	»	»	*Aphanizomenon* et *Anabaena* flottants.
5	25 juin - 13 juillet	2	3	»	»	»	»	»	5	»	»	
3	30 juin - 15 juillet	1	»	6	»	»	»	»	3	»	»	
2	29 juin - 18 juillet	1	»	4	»	»	»	»	5	»	»	*Leptodora hyalina.*
1	6 juillet - 21 juillet	2	5	1 1/2	»	»	»	»	1 1/2	»	»	Jeunes colonies d'*Hydrodictyon; Cristatella.*
7	4 juillet - 24 juillet	2	8	»	»	»	»	»	»	»	»	Nombreuses éphippies de *Daphnia*.
6	28 juin - 25 juillet	1/2	9	»	»	»	»	»	1/2	»	»	
4	7 juillet - 28 juillet	»	9	1/2	»	»	1/2	»	»	»	»	
2	19 juillet - 31 juillet	»	1	1	8	»	»	»	»	»	»	
3	16 juillet - 1er août	»	1	1	8	»	»	»	»	»	»	
6	26 juillet - 5 août	»	1	1	8	»	»	»	»	»	»	
8	11 juillet - 11 août	»	1/2	»	9	»	1/2	»	»	»	»	Eau renouvelée deux fois. — *Leptodora* et *Simocephalus sima* nombreux.
4	29 juillet - 11 août	»	1	»	8	»	»	1	»	»	»	
2	1er août - 16 août	»	1	»	6	»	»	1	»	2	»	
3	2 août - 17 août	»	1	»	6	»	»	1	»	2	»	
5	30 juillet - 19 août	»	1	»	6	»	»	1	»	2	»	
1	23 juillet - 22 août	»	»	»	4	»	»	1	»	5	»	Eau renouvelée le 8 août.
7	25 juillet - 24 août	»	1	»	3	»	»	4	»	2	»	Eau renouvelée le 10 août. — *Hydrodictyon.*
2	17 août - 28 août	»	2	»	4	»	»	4	»	»	»	
6	6 août - 29 août	»	»	»	5	»	»	4	»	1	»	
8	12 août - 30 août	»	2	»	6	»	»	2	»	«	»	
3	18 août - 31 août	»	2	»	4	»	»	4	»	»	»	
5	22 août - 1er septembre	»	2	»	4	»	»	4	»	»	»	
4	15 août - 2 septembre	»	2	»	4	»	»	4	»	»	»	
1	23 août - 5 septembre	»	1	»	8	»	»	1	»	»	»	
6	30 août - 9 septembre	»	1	»	3	»	»	6	»	»	»	

Tableau montrant les variations de composition de la couche filtrante du 1er avril au 30 septembre 1899 (suite).

N° des filtres.	PÉRIODES D'ACTION.	*Fragilaria.*	*Melosira.*	*Synedra.*	*Cyclotella.*	*Asterionella.*	*Navicula.*	*Coscinodiscus.*	*Oscillariées.*	*Protococcus, etc.*	*Spirogyra.*	OBSERVATIONS.
3	1er septembre - 11 septembre. .	«	3	»	3	»	»	4	»	»	»	
2	29 août - 12 septembre.	»	3	»	3	»	»	4	»	»	»	Eau renouvelée le 6 septembre. — Nombreuses amibes.
5	2 septembre - 12 septembre . .	»	3	»	3	»	»	4	»	»	»	
8	31 août - 13 septembre.	»	3	»	3	»	»	4	»	»	»	
4	6 septembre - 18 septembre. . .	»	2	»	2	»	»	6	»	»	»	Nombreuses cristatelles.
7	25 août - 20 septembre.	»	4	»	2	»	»	4	»	»	»	
4	9 septembre - 21 septembre. . .	»	4	»	2	»	»	4	»	»	»	
6	10 septembre - 22 septembre . .	»	4	»	2	»	»	4	»	»	»	
5	13 septembre - 23 septembre . .	»	4	»	2	»	»	4	»	»	»	
3	12 septembre - 25 septembre . .	»	4	»	2	»	»	4	»	»	»	
8	14 septembre - 26 septembre . .	»	5	»	2	»	»	3	»	»	»	
2	13 septembre - 27 septembre . .	»	3	»	4	»	»	3	»	»	»	
1	19 septembre - 28 septembre . .	»	5	»	2	»	»	3	»	»	»	
4	22 septembre - 4 octobre. . . .	»	4	»	3	»	»	3	»	»	»	

chose encore que trois ou quatre espèces. Bien au contraire, c'est par centaines que l'on pourrait les compter. Les unes sont encore en grand nombre et l'ensemble de ces espèces, dites accessoires, contribue encore, dans une large mesure, à assurer l'efficacité d'action du filtre.

Parmi les formes isolées ou en petit nombre, il y en a qui, sans avoir aucune importance pratique, ont quelquefois une portée scientifique. C'est ainsi que j'ai trouvé une seule fois, dans l'eau de la rivière *Attheya Zacharasii*, une diatomée à valve très fine, en quadrilatère allongé avec une longue soie à chaque angle (Van Heurck, *Traité des Diatomées,* 1899, p. 420). Cette espèce, étroitement alliée à des formes marines flottantes, a été considérée comme indiquant une origine marine des lacs où elle se trouve; au point de vue morphologique et systématique, elle a donné lieu à d'intéressantes théories. Si donc le diatomologiste sera heureux de la rencontrer, l'ingénieur, au contraire, passera à côté sans même l'honorer d'un regard dans le microscope.

Les filtres n°s 1 à 6 ont chacun 900 mètres carrés de superficie, les filtres n°s 7 à 8, chacun 1,600. Sur une surface de cette étendue, la composition de la couche filtrante peut varier. A Hambourg, où les filtres ont des dimensions beaucoup plus considérables (au delà de 7,000 mètres), une de ces causes de variations est le vent qui accumule les formes flottantes du côté vers lequel il souffle. A Waelhem, des échantillons prélevés en divers endroits se sont montrés assez constants dans leur composition. Du reste, cette objection est de la même nature que celle qui a été soulevée au début contre l'analyse bactériologique de l'eau; avec plus d'esprit railleur que de bon sens scientifique, on a voulu faire ressortir que pour juger des milliers et des milliers de mètres cubes, on prenait quelques centimètres cubes, parfois même quelques gouttes.

La régularité et la constance de composition dont il vient d'être question s'appliquent à la couche supérieure du sable, au revêtement brunâtre, composé souvent uniquement de diatomées, accompagnées parfois d'algues vertes ou bleues, empâtées dans cette mince couche glaireuse. Il n'en est pas de même des algues qui ne demandent à cette couche qu'un point d'appui, qui n'y sont pas incorporées, qui se développent dans le liquide. Leur distribution est irrégulière; les rapports mentionnent fréquemment que le filtre est parsemé de taches vertes. Les espèces qui les constituent ne sont pas mentionnées dans le tableau; celui-ci ne donne donc une idée que de la composition de la couche pour ainsi dire intime du filtre; le rôle des algues vertes et

bleues est donc, en réalité, beaucoup plus important qu'il n'appert des chiffres du tableau. Il aurait fallu déterminer approximativement la superficie occupée par ces taches et puis leur composition moyenne; mais c'eût été une complication considérable pour un premier travail d'orientation. Comme exemple d'un développement considérable d'une algue, je citerai le filtre n° 7, nettoyé le 24 août, qui était recouvert d'un épais tapis d'*Hydrodictyon*. Très fréquemment on trouve une abondante végétation de *Cladophora glomerata* sur les degrés de la cascade où se déverse l'eau alimentant les filtres.

Un autre inconvénient résulte de ce que l'analyse ne porte que sur la constitution du filtre au moment où il est mis hors d'usage, c'est-à-dire l'état final après une période de travail qui peut aller, comme il ressort des dates de la première colonne, de huit jours à deux mois. Il est fort improbable qu'il ne se produise pas de changements dans cette flore pendant ce laps de temps. Il y a des preuves de modifications considérables et rapides. On peut filtrer pendant une dizaine de jours une eau fortement chargée d'algues flottantes (*Aphanizomenon, Anabaena*) sans trouver autre chose que des traces dans la pellicule. A la vérité, cette absence peut être expliquée par le fait même de la vie flottante de ces espèces, qui les maintient dans la masse de l'eau; mais il arrive, par un léger changement de température, que toute cette flore flottante disparaisse en quelques heures, tous les individus étant frappés de mort. Selon leur densité à ce moment, la plus grande partie vient à la surface former cette écume bleu verdâtre dont il a été question; mais une partie notable coule au fond. En une couple de jours, tout a disparu par la décomposition.

L'attention a porté principalement sur les plantes de la couche filtrante. En fait d'animaux, rien ne se développe sur la surface de sable; on ne trouve ni Spongilles, ni Bryozoaires, si ce n'est à l'état de débris. Mais j'ai souvent remarqué un nombre considérable d'amibes de toute sorte, à gros pseudopodes lobés, ou à pseudopodes plus grêles (*A. radiosa*); leur présence doit avoir une influence assez marquée sur l'efficacité du filtrage. En outre, quand on examine attentivement la masse amorphe qui constitue une partie importante de toute préparation microscopique, on y trouve des débris de carapace de Protozoaires, *Arcella, Euglypha*, etc. Enfin, les grains de sable sont très souvent agglutinés en sphères creuses ressemblant à *Pseudodifflugia*, et quelquefois ces sphères sont encore remplies de protoplasme vivant, qui émet par l'orifice de la coquille son bouquet de pseudopodes acuminés. Une fois qu'on est

averti, on reconnaît que parfois le quart ou le tiers des masses de sable dans une série de préparations présente ce caractère. Il doit donc y avoir un développement considérable de Sarcodiaires dans la couche filtrante, et une étude poussée dans cette direction aura probablement des résultats d'une certaine importance pratique.

L'absence des formes animales fixées est assez étonnante; j'ai déjà mentionné que l'éponge d'eau douce et les Bryozoaires se fixent sur le fer, même dans un tuyau où il y a un courant très rapide. J'ai toujours, immergées dans les réservoirs de décantation, quelques bouteilles attachées à du fil de cuivre; quand on les retire au bout de quelques semaines, chacune d'elles est un vrai jardin zoologique; à l'intérieur, il y a une centaine d'Hydres et, à l'extérieur, des colonies de *Plumatella repens* (Bryozoaire) en pleine croissance, ainsi que des colonies rampantes de *Cristatella*. Il semble donc que l'absence des formes fixées soit uniquement une question de support, le sable ne convenant pas. Le seul être qui soit parfois assez nombreux sur les filtres est *Cristatella*, mais c'est une colonie non fixée, capable de se mouvoir.

Si maintenant nous passons à l'examen du tableau, le premier fait qui se dégage est l'importance prépondérante des Diatomées. Des 92 filtres nettoyés, 61 ne montrent pas autre chose. Les *Spirogyra* interviennent pour les filtres nettoyés en avril; les Oscillariées diverses et autres Algues bleues pendant les cinq semaines de mi-juin à fin juillet; les Algues vertes inférieures pendant une semaine à cheval sur juin et juillet et pendant la deuxième quinzaine d'août.

Mais les Diatomées elles-mêmes varient comme genres. Les espèces dominantes en avril sont *Fragilaria* et *Melosira*. Les grands *Synedra*, présents sur les deux premiers filtres, reparaissent à la fin du mois pour se maintenir avec un coefficient peu élevé jusqu'à la mi-juin; après une éclipse de trois semaines, ils reviennent assez irrégulièrement pendant les deux derniers tiers de juillet et les premiers jours d'août; après quoi ils disparaissent définitivement comme forme dominante.

Vers la mi-mai, *Fragilaria* et *Melosira*, qui ont graduellement diminué d'importance, sont remplacés par *Cyclotella*, qui atteint rapidement des coefficients très élevés. Jusque près de fin juin, cette espèce forme de loin la plus grande masse de la couche filtrante, avec addition, d'abord de *Synedra* et occasionnellement *Melosira*, puis avec des Oscillariées. Au commencement de juillet, les Algues vertes *Protoccus*, *Pleurococcus*, etc., s'ajoutant aux Oscillariées, la part proportionnelle des Diatomées en général s'abaisse notablement et, chose curieuse,

Cyclotella est remplacée par les anciennes espèces *Fragilaria, Synedra* et surtout *Melosira*. Mais avec le commencement d'août, *Cyclotella* reprend sa prééminence par suite de la disparition définitive des *Fragilaria* et la réduction brusque de *Melosira* de 9 à 1.

Dans le deuxième tiers d'août, un *Coscinodiscus* apparaît et constitue vers la fin du mois 40 % de la couche filtrante. Cette situation se maintient avec peu de variation jusque près de la fin de septembre; mais alors se manifeste une légère diminution.

III. *Expériences sur la manœuvre des filtres.* — Dans le courant du mois de mai, j'ai fait des essais dans le but de remplacer l'enlèvement de la couche supérieure du sable par la simple dessiccation au soleil. La diminution des frais de nettoyage qui pourrait résulter de ce procédé n'a qu'une importance secondaire; mais je pensais qu'en laissant sur le filtre un grand nombre de germes de spores de tout ce qui avait constitué la couche de la période précédente, j'obtiendrais vite toute l'efficacité purificatrice. Comme par le dessèchement la couche devient craquelée, la perméabilité du filtre serait de nouveau assez grande. Dans les deux expériences qui ont été faites, la perte de charge s'est élevée en quatre jours à 1 mètre d'eau, quoique le débit n'ait été dans l'un des cas que le tiers, dans l'autre moins du cinquième du débit normal. Au point de vue de la composition bactériologique, les résultats n'ont pas été favorables non plus, les deux filtres ayant donné au début 1,500 et 1,000 colonies par centimètre cube, et encore 120 le troisième jour. En outre, comme on a laissé les filtres à sec avant de les remplir de nouveau, l'immobilisation d'une partie des installations est relativement grande. Le procédé n'est donc pas à recommander.

Dans la plupart des distributions d'eau, on a l'habitude de nettoyer avec beaucoup de soin les parois du filtre; à Londres, on les crépit même avec un lait de chaux. C'est de la propreté purement extérieure, et quand on réfléchit que les eaux de lavage vont nécessairement imprégner le sable, on peut se demander si l'on ne fait pas plus de mal que de bien. C'est pour éviter cet inconvénient que dans les nouveaux filtres construits à Waelhem en 1894, il y a un petit mur qui entoure le fond de la cuvette et qui s'élève jusqu'à la moitié de la hauteur du sable; tout ce qui ruisselle le long des parois est arrêté par ce mur et évacué par un drain spécial. L'idée de ce dispositif vient en réalité de M. Van Hasselt, ingénieur au service des eaux d'Amsterdam. Pour

éviter l'imprégnation du sable par les eaux de lavage, on pourrait procéder au nettoyage, non quand le filtre est à sec, mais avant de le vider, ou même en cours de marche, quand il est plein d'eau.

A la suite des travaux faits en Amérique et démontrant que le mauvais goût des eaux est dû généralement à des organismes flottants, l'attention a tout particulièrement porté sur le limnoplankton. Aussitôt que sont apparues les Algues bleues flottantes *Aphanizomenon* et *Anabaena*, j'ai donné les instructions suivantes : au moins une fois par jour, un échantillon était pris de chaque filtre au tuyau de décharge de l'eau pure; l'épreuve du goût était faite par le chef du filtrage, le chef mécanicien et le garçon de laboratoire; un essai direct était fait pour l'ammoniaque avec le réactif de Nessler.

Je n'ai pas pu constater un goût tant que les plantes étaient bien vivantes et en suspension dans la masse du liquide; j'ai eu pourtant des filtres très fortement chargés d'*Aphanizomenon*, au point que l'eau était nettement verte. Bien au contraire, les filtres donnent alors une eau excellente, meilleure au goût que celle des filtres non infestés de cette végétation surabondante. Ce fait peut s'expliquer facilement par le pouvoir purificateur bien connu de l'activité vitale des plantes. A l'encontre de ce qui se faisait auparavant, j'ai maintenu ces filtres en marche, et leur débit a même été poussé au maximum. Mais aussitôt que l'eau sur ces filtres se clarifie, il faut faire attention; cette clarification, en effet, ne peut résulter que de la précipitation des substances en suspension par suite de leur mort; il se produit une décomposition rapide qui se traduit nettement au goût du filtrat; en même temps, il apparaît de l'ammoniaque en quantité croissante; le filtre est alors de suite mis hors d'usage.

Les choses se passent à peu près de même avec *Hydrodictyon;* il est rare que le réseau vienne flotter à la surface; la densité de cette espèce semble réglée d'une façon si précise, que la masse repose légèrement sur le fond, les mailles ouvertes et formant un tapis très épais. Quand la plante meurt, tout s'affaisse et se décompose, provoquant un mauvais goût.

Ainsi qu'il a été dit, la présence de ces Algues flottantes en quantité considérable enlève une grande partie des matières minérales en suspension et effectue un dégrossissage préliminaire. Le dépôt d'argile à la surface du sable est beaucoup moins abondant, la perméabilité se maintient plus longtemps. En fait, les filtres auraient pu marcher encore plusieurs jours, si le mauvais goût n'avait forcé à les mettre

hors d'usage. Pour sauver un nettoyage, inutile au point de vue purement mécanique de la perméabilité, et éviter les inconvénients bien connus d'une remise en marche, j'ai essayé de changer tout simplement l'eau du filtre. Presque toujours, les résultats ont été très satisfaisants; je crois qu'ils le seront à coup sûr, si l'on a soin de vider le filtre quand l'eau est trop chargée, mais quand toutes les plantes sont encore en flottaison et avant qu'elles se soient accumulées au fond.

ADDENDA

M. le Dr H. Van Heurck, dont la compétence en fait de Diatomées résulte d'études prolongées pendant trente ans, a bien voulu m'envoyer l'intéressante lettre que voici :

MON CHER KEMNA,

Je vous remercie de m'avoir communiqué votre travail sur *La Biologie des Filtres*. Comme botaniste, mais surtout comme diatomiste, j'y ai trouvé des renseignements très intéressants. Ce que vous dites de la succession des formes dans les filtres, confirme ce que l'on sait par les récoltes faites par les diatomistes dans la nature.

Comme, pendant l'hiver, les eaux dépourvues de végétaux supérieurs laissent largement pénétrer la lumière, indispensable aux diatomées, c'est à cette époque aussi que l'on trouve en quantité les formes qui vivent sur la vase et sur les objets immergés. Le *Fragilaria capucina*, la forme la plus commune dans nos environs, apparaît ensuite; on la trouve flottant par quantités considérables sous forme de grands flocons bruns. Quant aux *Synedra*, qui sont des parasites, on ne les trouvera que quand des Algues supérieures (*Spirogyra*, etc.) ou des phanérogames leur donneront le support nécessaire. Il est bien connu aussi — William Smith le dit déjà en 1853 — que, après la division, les individus quittent fréquemment leur coussinet ou leur stipe gélatineux, et qu'on les trouve alors à l'état libre. C'est ainsi qu'ils sont arrivés sur les filtres de Waelhem.

Ces filtres ont permis de vérifier sur une échelle immense les rensei-

gnements que les diatomistes n'avaient pu apprendre que petit à petit, par des recherches incessantes et au prix de beaucoup de fatigues. Le rôle considérable que les diatomées jouent dans la purification des eaux a pu aussi, grâce à vos intelligentes recherches, être mis bien en lumière et semble être encore bien plus considérable qu'on le croirait en voyant ces êtres minuscules.

Le fait le plus curieux que je relève dans votre travail, c'est la présence et même l'abondance d'un *Coscinodiscus*. J'ai pu constater sa présence dans la plaque de culture que vous m'avez remise. C'est la forme de *Coscinodiscus* que j'ai figurée et décrite sous le nom de *Coscinodiscus subtilis var. Normanni* (Greg.) H. V. H. dans mon *Traité des Diatomées* (1899) et dans mon *Synopsis* (1885). Rattray, dans sa monographie des *Coscinodiscus*, a admis cette détermination, car il cite, à l'appui de son texte, et ma figure et le n° 532 de mes types, quoiqu'il fasse une espèce de ce qui ne me semble qu'une variété. Et cependant mon type n° 532, qui est du Holstein, n'est pas tout à fait conforme à ma figure, qui est faite d'après un exemplaire de l'Escaut à Anvers. Mon type a des ponctuations plus grandes, se rapprochant de la forme alvéolaire vers le centre de la valve. La figure de Greville, qui le premier décrivit la forme à la suite d'une communication manuscrite de Gregory, montre cette dernière structure, et c'est cette figure aussi qui a servi aux déterminations de tous les auteurs.

Je me demandais si je n'avais pas été induit en erreur et si ma forme ne constituait pas un type propre à l'Escaut quand j'ai pu, heureusement et par une véritable chance, résoudre la question qui me paraissait d'abord insoluble. J'ai pu retrouver dans ma collection de Walker-Arnott, la récolte originale de Normann, récolte qui avait servi à la création du type de Gregory, et j'y ai étudié la forme qui nous occupe. Cette étude me montre que je suis dans le vrai et que la figure donnée par Greville est légèrement fautive.

Ce luxe de détails vous paraîtra à première vue superflu, mais j'arrive au motif qui me les fait vous donner et qui exigeait que je fusse absolument certain de l'identité de ma forme.

Le *Coscinodiscus Normanni* Greg. semble être une forme marine, comme le sont d'ailleurs à peu près tous les vrais *Coscinodiscus*, car la récolte de Normann a été faite, à Hull, dans des estomacs d'Ascidies. L'intérêt que présente le *Coscinodiscus* de Waelhem, c'est le doute qu'il fait émettre sur son habitat. Ce *Coscinodiscus*, qui était considéré par tous les auteurs comme une forme marine, ne serait en réalité

qu'une forme d'eau saumâtre, se contentant au besoin d'une quantité de chlorure de sodium extrêmement minime, comme c'est le cas des eaux de Waelhem où il n'y en a guère que 25 à 30 milligrammes par litre. Sa présence dans des estomacs d'Ascidies ne serait que fortuite, et le cas serait identique à celui signalé par le Dr Dickie, qui découvrit également des *Himantidium*, *Tabellaria*, etc., dans des estomacs d'Ascidies à 6 milles de la côte.

Ce qui semble encore me confirmer dans l'idée que ce *Coscinodiscus*, que l'on croyait jusqu'à maintenant marin, ne serait en réalité qu'une espèce saumâtre, c'est qu'en consultant le livre de bord de mon yacht, j'y remarque que les 12 et 13 août 1890, — dates qui correspondent à celles où le *Coscinodiscus* a été abondant, cette année, dans vos filtres, — j'ai dragué tout l'Escaut de Gand à Tamise (1), et que partout, aussi bien au fond que sur la vase des rives, je n'ai trouvé à peu près exclusivement qu'une Diatomée discoïde qui, d'après le nouvel examen que je viens d'en faire, se montre bien être le *Coscinodiscus subtilis*. Mon exemplaire toutefois est en général un peu plus petit et à perles un peu plus grosses que celui de la forme que vous avez récoltée à Waelhem, mais je n'attache pas une grande importance à ces minimes variations.

Bien à vous,

Dr Henri Van Heurck.

(1) A noter que notre collègue M. E. Van den Broeck a naguère recueilli des vases sableuses dans l'Escaut, à Tamise, — soit à 20 kilomètres en amont d'Anvers et à 90 kilomètres de l'embouchure du fleuve, — lesquelles contenaient de nombreux Foraminifères (*Nonionina Polystomella*, etc.), dont la fraîcheur dénotait que ces types rhizopodiques d'eaux marines et saumâtres devaient avoir vécu dans ces parages. (*Note ajoutée pendant l'impression.*)

ESSAI

SUR

L'ORIGINE ET LA FORMATION

DE

LA MER ROUGE

PAR

A. ISSEL (1)

Planche VIII

Les cartes hydrographiques de l'amirauté anglaise (n° 2523, 8[a], 8[b], 8[c], 8[d], 8[e]), dont M. Weber a tiré la plupart des éléments de ses résumés morphologiques (2), les belles recherches bathymétriques et physiques publiées par la commission océanographique autrichienne (3), surtout les travaux de MM. Luksch, Natterer, Koss, le rapport du capitaine von Pott sur l'expédition du navire de guerre *Pola* (4), les sondages et les plans dus à la marine royale italienne (5), et, d'autre

(1) Présenté à la séance du 18 juillet 1899.

(2) W. WEBER, *Die Tiefenverhältnisse des arabischen Meerbusens* (*Roten Meeres*). (PETERMANN'S GEOG. MITTEIL., 1888. — *Der Arabische Meerbusen;* Marburg, 1888.)

(3) *Berichte der Commission für oceanographische Forschungen.* (DENKSCHR. DER K. AKAD. DER WISSENSCH. IN WIEN; Wien, 1898.)

(4) *Expedition S. M. Schiff «Pola» in das Rothe Meer, Nördliche Hälfte* (*October 1895-Mai 1896*); Wien, 1898.

(5) G. CASSANELLO, *Dei lavori idrografici e talassografici compinti sotto gli auspici des R. ufficio idrografico italiano;* Roma, 1895.

part, de nombreuses contributions à la géologie et à la paléontologie de l'Égypte, de la Nubie, de l'Abyssinie, de l'Arabie, de la Palestine, etc., ainsi qu'une foule de documents zoologiques et botaniques, permettent aujourd'hui d'aborder avec succès la question de l'origine de la mer Rouge.

M. Suess a déjà montré, dans plusieurs ouvrages bien connus (1), que le golfe Arabique occupe une dépression formée par un système de fractures avec failles, qui se continue au nord par le golfe d'Akaba, avec la mer Morte, la vallée du Jourdain et le lac Tibériade, au sud par les basses terres du pays des Danakils et des Somalis jusqu'au lac Rodolphe (2).

La grande vallée sous-marine est jalonnée dans sa partie méridionale par les îles volcaniques Perim, Harnish, Zokour, Gebel Teer (celle-ci était en éruption en 1834 et émettait des fumées en 1883), et bordée par les épanchements basaltiques et les cônes éruptifs de date récente du Samhar, de l'Yémen, de l'Assir et de l'Hedgiaz (3). Le volcan d'Artali, à l'ouest d'Amphila, fumait encore il y a une trentaine d'années (Munzinger). A l'autre extrémité de la dépression, dans l'Idumée et sur le rivage oriental de la mer Morte, on trouve des nappes basaltiques et des amas de scories et de cendres de date très récente (4).

Les éléments pour déterminer l'âge des cassures et des failles qui produisirent l'effondrement de la mer Rouge nous manquent encore. Il s'agit probablement de plusieurs phénomènes survenus à des époques différentes, phénomènes sans doute postérieurs aux couches nummulitiques (ayant les mêmes caractères stratigraphiques et lithologiques en Afrique et en Arabie) et antérieurs aux premiers temps du Quaternaire. C'est au Miocène, qui correspond, pour le nord de l'Afrique comme pour l'Europe méridionale, à une ère de profonds changements dans

(1) E. Suess, *Das Antlitz der Erde,* Bd I; Prag, 1885. — *Die Brüche des östlichen Afrika.* (Denkschr. der k. Akad. der Wissensch. in Wien, Bd LVIII; Wien, 1891.)

(2) L'hypothèse qu'une même fissure se prolongerait de Bab-el-Mandeb au Liban par la mer Rouge, le golfe d'Akaba et la vallée du Jourdain, avancée par de Buch, fut admise par MM. E. Hichcock et Lyman Coleman. D'après M. Suess, la fracture de la mer Morte et du Jourdain aurait été accompagnée d'une faille avec abaissement du bord occidental. Le phénomène serait contemporain de la formation de la mer Noire et de la mer Égée.

(3) Voyez sur ce sujet : T. E. Gumprecht, *Die vulcanische Thätigkeit auf dem Festlande von Africa, in Arabien und auf den Inseln des Rothen Meeres;* Berlin, 1849.

(4) Des roches ignées et même volcaniques beaucoup plus anciennes se montrent dans la péninsule du Sinaï et, non loin de la mer Rouge, dans la vallée du Nil, en Éthiopie, etc.; ce sont des porphyrites, des porphyres quarzifères, des diorites, des mélaphyres.

la configuration horizontale et verticale des terres émergées, qu'il faut les rapporter.

Si la région qui nous occupe est la patrie des fractures et des effondrements, elle porte aussi des traces évidentes d'oscillations du sol. En effet, les couches nummulitiques sont soulevées à une hauteur considérable sur les bords de la mer Rouge; et, d'autre part, on trouve dans la vallée du Nil des sédiments d'eau douce, rapportés au Tongrien, recouverts par des dépôts marins, et superposés à une puissante série éocène nummulitique (voyez à ce sujet les communications faites en 1892, 1894 et 1895 à l'Institut égyptien par M. Mayer-Eymar).

A la fin de la période miocène, tandis que la Méditerranée orientale était beaucoup moins étendue qu'aujourd'hui et que la péninsule balcanique, prolongée vers le sud-est, se réunissait à l'Asie mineure, le bassin de la mer Rouge était en partie à sec. Ses cavités plus profondes, qui existaient déjà, c'est-à-dire la grande cuvette comprise entre le Ras Mohammed et le méridien de Massaouah, la gorge du golfe d'Akaba, la dépression de l'Assal devaient être autant de lacs peu différents, au point de vue des conditions physiques, de la mer Morte actuelle. Je nommerai le premier, beaucoup plus grand que les autres, *Lacus Arabicus*.

Pour démontrer ma proposition, je soumettrai au lecteur quelques observations :

1° La région érythréenne présente, au point de vue stratigraphique, une simplicité et une uniformité extraordinaires. Depuis les dépôts actuels et postpliocènes, qui occupent en général le sommet de la série, jusqu'aux grès de Nubie, attribués au Crétacé inférieur qui en représentent presque toujours la base (les calcaires jurassiques de l'Abyssinie, du Choa et les formations paléozoïques du Sahara, du Sinaï et de l'Éthiopie sont plus ou moins éloignés de la mer), les couches sont ordinairement presque horizontales et superposées d'après l'ordre chronologique (1).

(1) On trouve d'excellentes descriptions du type de structure de la région qui nous occupe dans les mémoires dont nous transcrivons les titres :

SCHWEINFURTH, *Reise an der Küste des Rothen Meeres von Kösser bis Suakin, etc.* (ZEITSCHR. F. ALLGEM. ERDKUNDE, Bd XVIII; Berlin, 1865.)

W.-J. BLANDFORD, *Observation on the geology and zoology of Abyssinia;* London, 1870.

C. ZITTEL, *Ueber den geologischen Bau der Libyschen Wüste;* München, 1880. — *Beiträge zur Geologie und Palaeontologie der Libyschen Wüste.* (PALAEONTOGRAPHICA; Cassel, 1883.)

L. BALDACCI, *Osservazioni fatte nella colonia Eritrea;* Roma, 1891 (avec une carte géologique).

Afin de donner un exemple d'une des dispositions les plus communes dans la stratigraphie des bords de la mer Rouge, je reproduis ici, d'après M. L. Vaillant (1), mais avec quelques modifications, une petite coupe de la falaise du mont Attaka, près de Suez (fig. 1). Elle

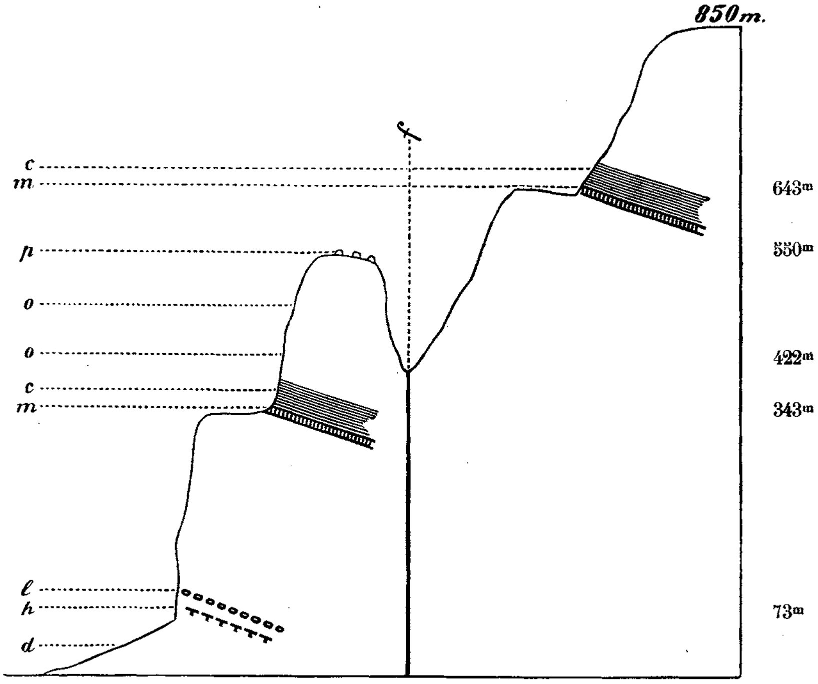


Fig. 1. — Coupe du mont Attaka, dans le voisinage de Suez, d'après M. Vaillant.

d. Débris.
h. Calcaire à *Hippurites cornu-vaccinum* et *H. organisans.*
l. Couches à *Ostrea larva.*
m. Marnes rouges gypseuses.

h, l, m, c = Turonien et Sénonien.

c. Craie blanche sans fossiles.
o. Calcaire dolomitique à *Orbitolites complanata.*
p. Calcaire dolomitique à *Potamides.*
f. Faille.

o, p = Tertiaire éocène.

représente une puissante formation turonienne et senonienne qui supporte quelques couches nummulitiques. La stratification est un peu inclinée vers l'ouest (la même immersion est dominante dans les couches tertiaires et secondaires qui s'appuient au massif cristallin

(1) L. Vaillant, *Observations sur la constitution géologique de quelques terrains aux environs de Suez.* (Bull. de la Soc. géol. de France, 2e série, t. XXII; Paris, 1865.)

du plateau éthiopien, dans la région érythréenne méridionale). On voit que cette stratification est interrompue par une faille à peu près parallèle à l'axe du golfe de Suez, qui a déterminé la descente du bord occidental de la fracture de 300 mètres environ.

Les épanchements volcaniques anciens et modernes et les tufs qui les accompagnent affectent eux-mêmes la régularité des formations sédimentaires et contribuent avec elles, lorsqu'ils sont soulevés et découpés par l'érosion, à produire le type orographique des montagnes tabulaires ou *Ambas*, tout à fait caractéristique de l'Éthiopie. On trouve, il est vrai, quelques lambeaux crétacés, tertiaires et même quaternaires plus ou moins inclinés; mais l'exception est tellement rare qu'elle n'infirme pas la règle.

Au-dessous des formations crétacées, éocènes ou quaternaires horizontales, on rencontre quelquefois des roches cristallines archéennes, qui se montrent au bord de la mer sous forme de pointements découverts par l'érosion. Le grand plateau éthiopien, dont le sommet le plus élevé atteint 4,680 mètres, à peu près la hauteur du Mont-Rose (au Dashan), est formé par un puissant massif archéen (limité à l'est par une faille), dont les flancs supportent des lambeaux de formations postérieures, paléozoïques et secondaires, plus ou moins redressées et contournées.

Une telle structure prouve que les plissements remontent à des temps reculés et que le pays a pu subir plus tard des affaissements et des soulèvements considérables, sans que la forme générale du terrain ait éprouvé des modifications importantes.

2° Le bassin présente, au-dessous comme au-dessus du niveau de la mer, des gradins aux arêtes émoussées et même, dans une partie de sa longueur, des pentes arrondies (voyez les sections tranversales données par M. Weber dans sa *Tiefenkarte des arabischen Meerbusens*) qui accusent des phénomènes d'érosion incompatibles avec l'hypothèse d'une invasion de la mer qui aurait immédiatement suivi la formation de la cavité, d'autant plus que cette invasion ne remonte pas au delà de l'époque postpliocène, ce dont je fournirai bientôt des preuves.

3° Si, pendant le Miocène moyen, la mer Rouge avait déjà été un golfe de l'océan Indien, les dépôts marins de cette époque, signalés dans l'isthme de Suez au Gebel Geneffé et dans le Sahara, auraient contenu des fossiles appartenant à des types différents de ceux qui caractérisent le même étage en Europe. Ces fossiles, au contraire, sont presque tous identiques, d'après M. T. Fuchs, aux espèces des

dépôts méditerranéens du même horizon, qui paraît être Helvetien (1).

4° On ne connaît point, sur les bords de la mer Rouge, un seul exemple authentique de formation marine se rapportant au Miocène supérieur ou même au Pliocène. Tous les gisements fossilifères littoraux que MM. Figari-bey, Baldacci et d'autres géologues ont attribués au Pliocène, sont certainement moins anciens que les couches d'Asti, et pourraient tout au plus se placer au niveau de l'horizon sicilien.

5° On a signalé, dans les plaines qui entourent le lac d'Assal, des tufs pliocènes remplis de coquilles d'eau douce *(Cleopatra, Melania, Limnea, Planorbis, Corbicula, Unio)* déposés au fond d'une ancienne nappe lacustre très étendue. D'après M. Aubry (2), ces coquilles se trouvent dans des endroits qui sont absolument dépourvus d'eau aujourd'hui, et ont vécu dans des conditions bien différentes des conditions actuelles.

En consultant les notes et les collections rapportées par M. Ragazzi, M. Pantanelli a pu confirmer les observations de M. Aubry et fournir de nouveaux arguments à l'appui de l'âge pliocène des tufs en question. A cause du développement extraordinaire et de l'altitude atteinte par ces tufs sur les bords de l'Hawash, M. Pantanelli pense qu'ils représentent un immense dépôt d'estuaire que le fleuve, dont les eaux tarissent aujourd'hui avant d'arriver à la mer, formait à son embouchure (3). Les différents niveaux de la formation seraient autant d'étapes dans l'avancement du cours d'eau. L'hypothèse me semble bien fondée, du moins en ce qui concerne la partie du dépôt située dans les bas-niveaux (qui est de beaucoup la plus importante); mais s'il y avait un estuaire, il se trouvait nécessairement en continuation avec une grande nappe d'eau, et celle-ci ne pouvait être qu'un lac, puisqu'on ne trouve point de sédiments du même âge abandonnés par la mer.

6° L'existence d'un certain nombre d'animaux et de plantes d'espèces communes au Nil et aux eaux douces de la Palestine et de la Syrie, est favorable à l'hypothèse d'un ancien système hydrographique, aujourd'hui disparu, qui aurait permis le passage des espèces d'un bassin à l'autre.

De son analyse de la faune et de la flore de la Palestine, M. Tristram conclut « qu'elles appartiennent décidément au type paléartique ou mieux à la section méditerranéenne de ce type, avec cette particularité

(1) T. Fuchs, *Die geologische Beschaffenheit der Landenge von Suez;* Wien, 1877.

(2) Aubry, *Observations géologiques, etc.* (Bulletin de la Soc. géol. de France, 3e série, t. XIV; Paris, 1886.)

(3) *Processi verbali della Società Toscana di Scienze naturali.* Adun. dell' 11 Nov. 1888; Pisa.

que dans le nord on trouve les traces d'une faune boréale, tandis qu'on observe au sud une large pénétration de formes éthiopiennes par la vallée du Jourdain (1) ».

Les principales formes éthiopiennes signalées par MM. Tristram et Lortet, et dernièrement par M. Barrois (2), sont les *Chromis* (notamment le *C. niloticus*, les *Hemichromis*, le *Charias macracanthus*, le *Potamolepis Barroisi* (3).

En définitive, il est à peu près certain qu'à la fin du Miocène (ou au commencement du Pliocène), la dépression érythréenne était déjà formée comme aujourd'hui par une suite de cuvettes alignées du nord-ouest au sud-ouest, à l'exception de la première correspondant au golfe d'Akaba, dont la direction est du nord-nord-est au sud-sud-ouest. Ces cuvettes, limitées par des terres émergées plus ou moins élevées, ne communiquaient point avec la mer et devaient recueillir les eaux assez copieuses qui descendaient des montagnes et des plateaux du littoral. Si elles avaient été affectées par une seule pente d'une extrémité à l'autre, elles seraient devenues sans doute une vallée fluviale, mais comme le fond diminuait de profondeur vers le nord et vers le sud, la dépression fut occupée par un grand lac dans sa partie moyenne, tandis que d'autres nappes d'eau moins étendues se formaient dans d'autres anfractuosités, c'est-à-dire dans le golfe d'Akaba actuel, dont la profondeur atteint 1280 mètres, et dans la cavité du lac d'Assal, dont les eaux marquent aujourd'hui un niveau de 174 mètres au-dessous de celui de la mer.

La formation de la mer Morte et du lac Tibériade remonte probablement à la même époque et doit être attribuée aux mêmes phénomènes. D'après l'altitude des anciens sédiments abandonnés par la première, sédiments décrits par M. L. Lartet sous le nom de *dépôts de la Liçan* (4), celle-ci s'élevait d'abord à 100 mètres au moins au-dessus de son niveau actuel (qui est de —394 mètres). Toutefois il est douteux qu'elle fût alors réunie au lac Tibériade, dont le niveau est à présent de — 208 mètres environ.

(1) TRISTRAM, *Fauna and Flora of Palestina;* London, 1884.

(2) T. BARROIS, *Contribution à l'étude de quelques lacs de Syrie.* (REVUE BIOL. DU NORD DE LA FRANCE; Lille, mars 1894.)

(3) Nous rappellerons aussi que le lion a existé autrefois en Palestine, que l'autruche habitait encore dans le grand désert de Syrie au commencement de ce siècle, que le crocodile se maintient à l'embouchure du Nahr e' Zerka, que le *Trionyx aegyptiaca* vit près de Beyrouth; les *Papyrus,* qui encombrent le Nil Blanc, sont aussi très communs dans le lac Tibériade.

(4) L. LARTET, *Essai sur la géologie de la Palestine.* (ANNALES DES SCIENCES GÉOLOGIQUES, t. I; Paris, 1870.)

L'existence de dépôts d'alluvions et surtout de cailloux et de galets dans l'Ouadi Arabah, au nord du golfe d'Akaba, nous conduirait à admettre une ancienne communication fluviale par un courant qui aurait coulé, d'après Lartet, du sud au nord, entre le lac qui occupait le fond du golfe et la mer Morte, réunie peut-être au lac Tibériade; mais comment concilier cette hypothèse, sans nous éloigner des données les plus positives, avec la côte de 230 mètres environ du seuil de la vallée d'Arabah?

Je ne m'arrêterai pas davantage sur l'étendue, les rapports réciproques et l'âge des différents lacs, avant l'invasion de la mer, questions très difficiles à résoudre dans l'état actuel de nos connaissances et relativement peu importantes.

Un point capital sur lequel j'appelle l'attention de mes savants confrères, est que le Nil se jetait à cette époque dans le *Lacus Arabicus.* Le grand fleuve, beaucoup plus puissant qu'aujourd'hui, suivait alors, dans la Haute-Égypte, un cours plus occidental qu'à présent et, parvenu dans le voisinage du Caire, il se dirigeait au nord-est, puis à l'est par le Ouadi Tumilat, et, après avoir gagné la cuvette du Timsah et les lacs Amers, il pénétrait dans la gorge qui est devenue plus tard le golfe de Suez; enfin il se précipitait dans le lac qui se trouvait à un niveau de beaucoup inférieur, en formant au sortir du détroit de Giabal une immense cascade, semblable à celles qu'il produit actuellement avant son entrée dans l'Albert Nyanza (fig. 2).

Je dois faire remarquer à l'appui de ma proposition :

1° Que la cassure du golfe de Suez a des caractères moins nets de celle du golfe d'Akaba, tandis qu'elle est beaucoup moins profonde (son chenal se maintient à une profondeur moyenne d'une cinquantaine de mètres et ne dépasse pas 100 mètres, ses pentes sont douces et ses montagnes dont elle est bordée sont en général moins abruptes que celles qui limitent le bassin principal du golfe Arabique (1). Il s'agit, d'après toutes les probabilités, d'une vallée de fracture élargie par l'érosion fluviale.

2° Dans la construction d'un bassin de radoub établi à Suez par ordre du vice-roi Ismaïl Pacha pendant le creusement du canal maritime, on a découvert, au-dessous des dépôts récemment abandonnés par la mer, un banc de poudingue de 3 mètres d'épaisseur, dont la for-

(1) Au nord de Chadouan, la profondeur passe rapidement à des côtes de plus de 500 mètres et atteint 878 mètres dans le voisinage de l'île.

mation ne serait guère possible aujourd'hui, mais qui s'explique en admettant l'existence d'un ancien courant très rapide (1).

3° Le Nil a continué même pendant la période postpliocène à verser une partie de ses eaux dans la mer Rouge. Son passage est accusé à Chalouf-el-Terraba par des bancs très épais d'*Ætheria Caillaudi* en place et des alluvions contenant des ossements d'*Hippopotamus*, des restes de Poissons, des coquilles fluviatiles, etc. D'ailleurs, la zone moyenne de l'isthme est presque entièrement couverte de sédiments du Nil.

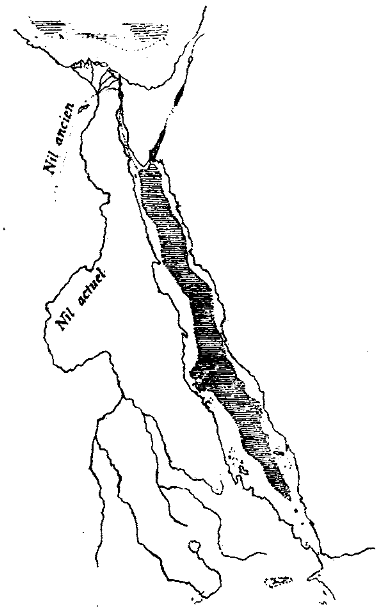


Fig. 2. — Le *Lacus Arabicus* au commencement du Pliocène, avec l'ancien cours du Nil débouchant dans le lac.

Le grand fleuve, par lequel s'écoulent dans la Méditerranée les eaux du plus vaste des bassins hydrographiques de l'ancien continent, aboutissait donc à la dépression érythréenne, mais il ne suffisait pas à la remplir, puisque le *Lacus Arabicus* n'a point laissé de dépôts visibles sur les rivages de la mer Rouge.

Maury évalue l'évaporation qui se produit sur la mer Rouge à 20 mil-

(1) Cazalis de Fondouce, *Recherches sur la géologie de l'Égypte;* Montpellier, 1868.

limètres par jour, environ 7 mètres par an. Supposons que pendant le Pliocène, vu les conditions climatologiques de cette période, le phénomène fût représenté par l'élimination de 3^m,50 de liquide, et admettons aussi que la superficie du *Lacus Arabicus* fût égale à la moitié de celle attribuée par M. Weber au golfe Arabique, soit 289,708 kilomètres carrés. Il en résulterait la perte annuelle d'un volume d'eau de 1,014 kilomètres cubes, en chiffre rond, qui suffirait largement à équilibrer les apports de huit fleuves aussi grands que le Nil, dont le débit moyen est estimé de 3,800 mètres cubes par seconde. L'existence d'un émissaire est donc, sinon impossible, du moins très peu probable, même en faisant la part d'une précipitation atmosphérique plus abondante que celle qui se produit actuellement dans la région.

Depuis le commencement du Pliocène, les terres émergées par lesquelles l'Égypte et la Syrie s'avançaient vers le nord, disparaissent peu à peu devant la Méditerranée, dont l'étendue et la profondeur augmentent constamment. Celle-ci gagne enfin la latitude du Caire et s'approche de l'anse du Nil, qui s'ouvre bientôt un passage et se forme une nouvelle embouchure sans abandonner complètement l'ancienne (1). Le fleuve avait à peine commencé à couler dans un estuaire, qu'il travaillait déjà à le combler et à construire son delta.

Quoique les eaux de la Méditerranée aient pénétré au delà du Caire dans la vallée du Nil (peut-être même jusqu'aux approches de la première cataracte), elles n'ont point couvert l'isthme de Suez, sur lequel on ne voit pas la moindre trace de leur passage. Si cet événement s'était produit, la dépression du *Lacus Arabicus* eût été remplie par les eaux marines venues du nord, et la faune de la mer Rouge serait devenue une dépendance de la faune méditerranéenne. Elle est au contraire absolument subordonnée à celle de l'océan Indien.

En effet, sur 800 espèces de Mollusques du golfe Arabique (les Ptéropodes et les Hétéropodes non compris) énumérés dans les catalogues (2), on compte à peine cinq ou six espèces des mers d'Europe et une

(1) A la base du mont Mokattan, j'ai observé une ancienne ligne de rivage pliocène. M. Hull a signalé, à peu près au même niveau (64 mètres), des perforations de lithophages.

(2) Les ouvrages à consulter sur ce sujet sont ceux de MM. Vaillant, P. Fischer, Mac Andrew, Jousseaume, Tapparone-Canefri, Jickeli, sans compter les grands voyages de Forskal, Hemprich et Ehrenberg, Rüppel et la *Description de l'Égypte,* publiée à Paris en 1826 (celle-ci seulement, au point de vue des Mollusques, pour la partie iconographique qui n'a pas pu être accompagnée d'un bon texte, à cause de la mort prématurée de Savigny).

trentaine de formes représentatives, c'est-à-dire dérivées de types quaternaires méditerranéens plus ou moins modifiés par les conditions du milieu. M. Jousseaume va plus loin en affirmant qu'il n'existe pas une seule espèce commune aux deux mers (1).

Il faut remarquer cependant que la proportion des animaux pélagiens (Rhizopodes, Célentérés, Ptéropodes, Hétéropodes) communs aux deux régions est assez forte. Si l'on considère les Algues, dont la diffusion est bien plus sujette que celle des animaux à des influences étrangères aux conditions géographiques anciennes et actuelles des bassins maritimes, on sait, d'après M. A. Piccone (2), que sur deux cent dix-neuf espèces signalées dans la mer Rouge, quarante-huit se retrouvent dans la Méditerranée (3).

Tandis que la Méditerranée s'avance dans la Haute-Égypte, la partie

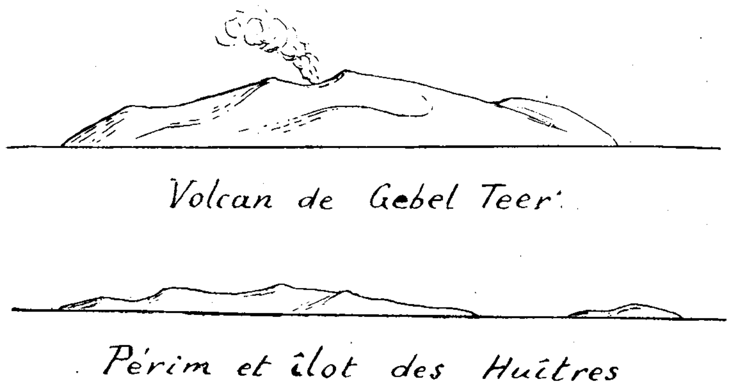


FIG. 3.

méridionale de la vallée érythréenne devient le théâtre de phénomènes volcaniques très violents. De nouveaux cratères s'ouvrent dans l'axe même de la dépression, comme à Harnish, Zokour, Zabayeré, Gebel Teer (fig. 3); d'autres se présentent sur ses deux bords et émettent en général des laves basaltiques avec des projections peu abondantes. Aux éruptions succèdent des effondrements. C'est ainsi que se creuse le

(1) JOUSSEAUME, *Réflexions sur la faune malacologique de la mer Rouge,* sans lieu ni date.

(2) A. PICCONE, *Contribuzioni all' algologia Eritrea.* (NUOVO GIORNALE BOTANICO ITALIANO, vol. XVI; Firenze, 1884.)

(3) Les Diatomées ne sont point comprises dans les deux chiffres.

sillon qui sépare le pays des Danakils de l'Yémen, et que les eaux du golfe d'Aden empiètent à plusieurs reprises sur les terres émergées. Elles s'ouvrent à la fin une brèche à travers l'étroit barrage et s'introduisent comme torrent impétueux dans le bassin dont le fond est occupé par le *Lacus Arabicus.*

A mesure que le courant passe, le nouveau détroit devient plus large et plus profond. Les îlots de Périm et des Huîtres ne sont que les restes de l'isthme qui reliait le petit promontoire de Bab-el-Mandeb à l'Afrique (1).

A Périm, on peut voir, avec les restes d'un petit cratère à moitié submergé, des traces d'érosion profonde, c'est-à-dire des grands blocs de basalte arrondis et polis par les eaux courantes. M. Jousseaume y a même observé de véritables *chaudières,* semblables à celles que produit l'action mécanique des torrents.

Mais ce phénomène de remplissage fut-il de longue durée?

La capacité du bassin est tellement grande qu'il n'est pas possible d'admettre que les eaux aient atteint dans l'intérieur le niveau de la mer en quelques mois ou en quelques années. Le volume de la mer Rouge étant, d'après M. Weber, de 267,024 kilomètres cubes, si l'on admet que le lac occupait la moitié de ce volume, et en supposant le débit moyen du nouveau détroit de 17,000 mètres cubes, égal à celui du Mississipi, le remplissage n'aurait pas pu s'accomplir avant deux siècles et demi (2).

Cette considération explique une particularité très importante dans la distribution des bancs et des îles de corail du golfe Arabique, c'est-à-dire leur alignement d'après le type des *barrières* de Darwin, à une certaine distance des deux rivages, dans la moitié méridionale. En effet, à mesure que le bassin se remplissait, les récifs frangeants qui s'étaient formés près des bords de la nouvelle mer, sur les terrasses submergées et sur les bas-fonds formés par les déjections torrentielles, se convertissaient en barrières par l'accroissement progressif de la

(1) Le détroit de Bab-el-Mandeb n'a aujourd'hui que 20,5 kilomètres de largeur entre l'Afrique et Perim, et seulement 3,5 kilomètres entre celle-ci et la côte d'Arabie; sa plus grande profondeur est de 146 mètres.

(2) Si l'on tient compte de la circonstance que les eaux de la mer Rouge atteignirent un niveau supérieur de 60 mètres au rivage actuel, on arrive à la conclusion que, dans l'hypothèse d'un détroit dont la portée moyenne eût été égale à celle du Mississipi, le remplissage n'aurait pu s'accomplir en moins de trois siècles. Ce chiffre doit être encore augmenté si on fait la part de l'évaporation et si l'on admet que celle-ci était alors comme aujourd'hui plus forte que la précipitation.

de la profondeur. Tandis que, d'après le principe bien connu de la doctrine darwinienne, la formation des barrières est la conséquence de l'affaissement graduel du fond, elle se produisit ici par une ascension lente du niveau de la mer.

Dans l'hypothèse que nous avons examinée au sujet du remplissage de la mer Rouge, nous n'avons point tenu compte d'une circonstance qui a dû augmenter considérablement la durée du phénomène. Les eaux de l'océan Indien occupèrent un espace beaucoup plus grand que le golfe Arabique actuel, car elles atteignirent un niveau supérieur de 60 mètres au moins à celui des rivages d'aujourd'hui. Cette affirmation est fondée sur le fait, qu'on observe sur presque tout le littoral, des plages abandonnées, des bancs de corail à sec et des dépôts plus ou moins soulevés de calcaire ou de sable, remplis de coquilles. Le mouvement positif de la côte a commencé dans les premiers temps de la période quaternaire et s'est continué jusqu'à l'époque actuelle.

Le type des îles annulaires qui accompagne presque toujours les barrières madréporiques n'a pas été signalé dans la mer Rouge. Je ne pense pas cependant qu'il manque tout à fait. La petite île de Sarato (dans certaines cartes Isratou), au nord de l'archipel de Dahalak, m'a semblé un atoll en miniature très élevé sur la mer, avec une lagune très réduite en étendue et peu profonde. Ces caractères dépendent probablement, en partie, de l'émersion récente qu'elle a subie.

Quoique la grande Dahalak donne l'idée d'un atoll (1), à cause de sa constitution corallienne et de sa vaste baie intérieure, qui communique avec la mer ouverte par un étroit goulot, je ne doute pas que son origine soit différente, et cela à cause de la profondeur extraordinaire (181 mètres d'après les sondages du navire de guerre « Scilla ») de cette baie, profondeur qui est plus forte que celle de la mer environnante.

L'occupation du bassin arabique par la mer n'est pas le seul exemple de changements importants dans les conditions géographiques de la région africaine survenus vers la fin de l'ère tertiaire. Plus anciennement, la dépression du lac Tanganika, qui était un golfe de l'océan Indien, golfe semblable à la mer Rouge sous bien des rapports, fut transformée en bassin lacustre, et la transition fut si lente que bon nombre d'espèces de la faune maritime originaire continuaient à vivre

(1) L'altitude de ses berges fait penser à un atoll *soulevé*.

dans le nouveau milieu en subissant des modifications radicales : Les *Pyrula* devinrent des *Hylacantha*, les *Cancellaria* se transformèrent en *Randabelia*, les *Nassa* en *Paramelania*, les *Trochus* furent probablement les progéniteurs des *Limnotrochus*, etc. (1).

L'invasion de la dépression arabique par l'océan Indien détermina des changements considérables dans la géographie de l'Égypte. Non seulement les eaux salées remplirent l'ancienne gorge terminale du Nil, qui devint le golfe de Suez, mais elles occupèrent les lacs Amers et le Timsah, et se réunirent à celles de la Méditerranée qui remontaient par l'estuaire du fleuve jusqu'à la latitude du Caire et au delà

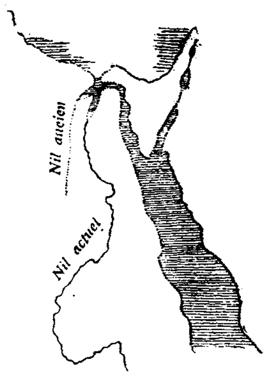


FIG. 4. — Partie septentrionale de la mer Rouge au commencement du Quaternaire. Le golfe de Suez communique par l'estuaire du Nil avec la Méditerranée.

(fig. 4). Cette réunion ne dura pas longtemps; elle explique cependant le mélange de types européens et érythréens dans la formation que Mayer-Eymar vient d'illustrer au point de vue paléontologique (2).

Il s'agit d'un dépôt superficiel provenant de plusieurs points, notam-

(1) Voyez là-dessus : BOURGUIGNAT, *Histoire malacologique du lac Tanganika.* (ANN. DES SCIENCES NAT. DE PARIS, Zoologie, t. X; Paris, 1890.) — *Iconographie malac. des animaux moll. fluv. du lac Tanganika;* Corbeil, 1888.

J. E. S. MOORE, *The Physiographical Features of the Nyassa and Tanganyika Districts.* (GEOGR. JOURN.; London, 1897.) — *The Molluscs of the Great African Lakes.* (Q. JOURN. MICR. SCI., 1898, pp. 159-204.) — *On the zoological Evidence for the connection of Lake Tanganyika with the Sea.* (PROC. R. SOC., t. LXII; London, 1898.)

H. MARTEL et P. DAUTZENBERG, *Observations sur quelques Mollusques du lac Tanganika.* (JOURN. DE CONCHYL., n° 3; Paris, 1899.)

(2) C. MAYER-EYMAR, *Systematische Verzeichniss der Fauna des unteren Saharianum (marines Quartaer) der Umgegend von Kairo, etc.* (PALAEONTOGRAPHICA, Bd XXX; Stuttgart, 1898.)

ment de l'Ouadi et Melah, qui contient deux cent deux espèces de fossiles marins et une seule d'eau douce. Les mollusques sont en partie des espèces vivantes dans la Méditerranée *(Murex trunculus, M. brandaris, Nassa incrassata, Fissurella graeca, Ostrea cochlear, Arca barbata, Cardita sulcata, Cytherea chione)*, en partie dans la mer Rouge *(Murex anguliferus, Ficula reticulata, Ringicula africana, Forskalia declivis, Lucina interrupta)*, avec bon nombre de types franchement pliocènes et même miocènes *(Murex torularius, Pleurotoma turricula, Nassa polygona, Uromitra cupressina, Pecten latissimus)*, et des formes nouvelles ayant des affinités plus ou moins prononcées soit avec un groupe, soit avec l'autre.

J'ai pensé d'abord que cette faune un peu hétérogène était le produit d'une superposition de deux assises différentes, l'une décidément pliocène, l'autre quaternaire; mais une circonstance aussi importante n'aurait pas échappé à la pénétration d'un observateur expérimenté tel que M. Mayer-Eymar.

Si même l'hypothèse d'une superposition était admissible, le fait d'une réunion, dans l'estuaire du Nil, des eaux de la mer Rouge et de la Méditerranée, pendant la période quaternaire, ne serait pas moins prouvé. Cette réunion n'a laissé que des traces assez faibles dans les faunes actuelles des deux mers, car elle a été de courte durée et s'est produite à l'embouchure d'un fleuve, dans un milieu saumâtre qui n'était pas favorable à la diffusion des organismes propres aux eaux salées.

Puisque les anciennes lignes de rivage atteignent sur les bords de la mer Rouge une altitude supérieure à 60 mètres, on devrait en conclure que l'isthme de Suez, dont le seuil n'est élevé que de 18 mètres (à El-Guisr), a été couvert par les eaux salées. Je le croyais autrefois; mais il m'a fallu changer d'avis en considérant d'abord les caractères si tranchés qui distinguent les faunes des deux mers, puis les documents paléontologiques fournis par les terrains de l'isthme, qui ont été étudiés et fouillés à fond pendant les travaux du canal maritime.

J'ai observé moi-même, et il a été démontré par MM. L. Vaillant, J. Fischer, T. Fuchs, C. Keller, E. Vassel, qu'on trouve des testacés marins très récents, d'espèces érythréennes, dans les zones méridionale et moyenne de l'isthme jusqu'aux bords du lac Timsah, et seulement des coquilles, à peine défraîchies, de types méditerranéens dans la zone septentrionale (1).

(1) On trouvera un exposé complet des observations qui ont été faites là-dessus dans le mémoire de M. E. VASSEL, intitulé : *Sur les faunes de l'isthme de Suez, notes et traductions* (préface de M. le Dr P. FISCHER); Autun, 1890.

L'influence du canal maritime s'est déjà rendue sensible en trente ans, par le passage d'une mer à l'autre, surtout du golfe de Suez aux bas-fonds du littoral égyptien, de plusieurs espèces de Célentérés, de Mollusques, de Crustacés, de Poissons, etc. (1). Si la communication s'était produite naturellement par l'isthme et avait duré seulement quelques dizaines de siècles, elle s'accuserait aujourd'hui par une distribution bien différente des types zoologiques.

Afin d'expliquer l'existence de l'isthme pendant la période de submersion du Pliocène et aux premiers temps du Quaternaire, il faut admettre nécessairement que le seuil qui sépare les deux mers était alors d'une soixantaine de mètres au moins plus élevé qu'aujourd'hui.

Un soulèvement lent et général, survenu à l'époque quaternaire dans le bassin de la mer Rouge, et un affaissement simultané du littoral septentrional de l'Égypte, déterminèrent les conditions géographiques actuelles : le golfe Arabique se retira alors, peu à peu, dans des limites beaucoup plus étroites, et le Nil devint tributaire de la Méditerranée, ainsi que nous l'avons dit.

Une ceinture littorale plus ou moins large des deux côtés de la mer Rouge, les plaines du pays des Afars, une partie de l'Ouadi Arabah, les îles madréporiques de l'archipel de Dahalak, Massaouah, Farsan, Kamaran, les îles sablonneuses qui limitent à l'est la baie d'Assab, ainsi que quelques îlots volcaniques et rocheux, se trouvèrent émergés.

Les terrains qui remontent à cette époque affectent souvent l'apparence de dépôts plus anciens, parce que le calcaire madréporique a acquis une structure plus compacte et même cristalline par l'action des eaux atmosphériques, et le sable s'est transformé, par une sorte de cémentation, en calcaire gréseux et concrétionné (2).

(1) C. KELLER, *Die Fauna in Suez-Canal, etc.* (NEUE DENKSCHR. SCHWEITZ. GESELLSCHAFT, 1883.) — F.-W. KRUKENBERG, *Die Durchfluthung des Isthmus von Suez, etc.*; Heidelberg, 1888.

Plus tard, M. Bavay a observé dans le canal de Suez vingt-cinq espèces de mollusques, dont dix-neuf appartiennent à la faune de la mer Rouge et dont seulement six sont particulières à la Méditerranée. Il explique ce mode de dispersion en remarquant que le courant se dirige du sud au nord depuis janvier jusqu'à juillet, c'est-à-dire pendant la période de la reproduction et quand un grand nombre de Mollusques se trouvent à l'état de larves et peuvent être facilement transportés (*Revue scientifique* nº du 13 mai 1899).

(2) La cémentation des sables se produit très rapidement, même aujourd'hui, au pied du mont Attaka, près de Suez, où elle forme des calcaires si durs qu'ils sont employés dans les constructions.

J'ai donné, en 1869, un catalogue de deux cent vingt-six espèces de testacés fossiles, provenant des anciens rivages de la mer Rouge (1). Dans ce nombre, vingt-six espèces étaient nouvelles et pouvaient passer pour éteintes; mais depuis lors on en a retrouvé une partie à l'état vivant dans le golfe Arabique ou dans l'océan Indien (2). Il s'agit, en définitive, d'une faune qui ne comprend pas plus de formes éteintes que le dépôt classique de Ficarazzi, en Sicile.

Mais le fleuve n'abandonna pas d'un seul coup son ancien lit et continua à déverser encore, pendant quelque temps, une partie de ses eaux dans le golfe de Suez. Les bancs d'*Ætheria Caillaudi* que j'ai observés moi-même à Chalouf remontent à cette phase. Plus tard, la communication n'existait plus que pendant les grandes crues, et c'est alors que se déposèrent les coquilles fluviatiles (*Melania*, *Bythinia*, *Planorbis*, *Physa*), parsemées en si grand nombre dans le désert autour du lac Timsah.

L'abondance et la richesse des cours d'eau dans une période récente est démontrée, pour la région qui nous occupe, par les anciennes terrasses du Nil (3), par de profondes gorges d'érosion, actuellement, à part quelques jours pluvieux, à sec pendant toute l'année, qui s'ouvrent dans les chaînes littorales de la mer Rouge et dans le plateau éthiopien.

C'est aux alluvions des anciens cours d'eau qu'est due la formation des îles en virgule de la baie d'Amphila, comme Midir, Anto Kébir, Anto Séghir, Mandola, etc. Ce sont des bancs de sable munis d'un long appendice effilé dont l'extrémité est tournée vers un point de la côte voisine où débouche le torrent qui les a produits. (Voyez la planche VIII.)

L'existence d'anciens cours d'eau permanents ou temporaires, beaucoup plus riches que les torrents d'aujourd'hui, est prouvée par la présence de nombreux *cherms* (ou *scherms*) qui caractérisent les bords de la mer Rouge. Ce sont des petites baies, ou cales, à contours finement découpés, qui pénètrent plus ou moins dans l'intérieur et servent de refuge aux barques arabes. Elles s'ouvrent dans les côtes plates, formées par des bancs de coraux émergés, et se trouvent toujours dans la con-

(1) A. Issel, *Malacologia del Mar Rosso;* Pisa, 1869.

(2) On pourrait ajouter aujourd'hui à mon catalogue une cinquantaine d'espèces.

(3) Leith Adams a remarqué, depuis Assouan jusqu'à Derr, les traces d'anciens niveaux du Nil et des coquilles abandonnées par le fleuve jusqu'à 130 pieds de hauteur au-dessus de l'étiage.

tinuation d'une vallée ou d'un sillon où coulait autrefois l'eau d'un torrent ou d'un ruisseau (souvent désséché aujourd'hui) qui rendait la mer impropre à la vie des célentérés coralligènes. Il en résultait des solution de continuité, dans les constructions madréporiques littorales, qui devinrent, par le soulèvement successif de la côte, les découpures dont il est question (fig. 5). Là où le ruisseau a tout à fait cessé de verser ses tributs, le fonds du *cherm* a été envahi à son tour par les coraux qui ont fini par le combler.

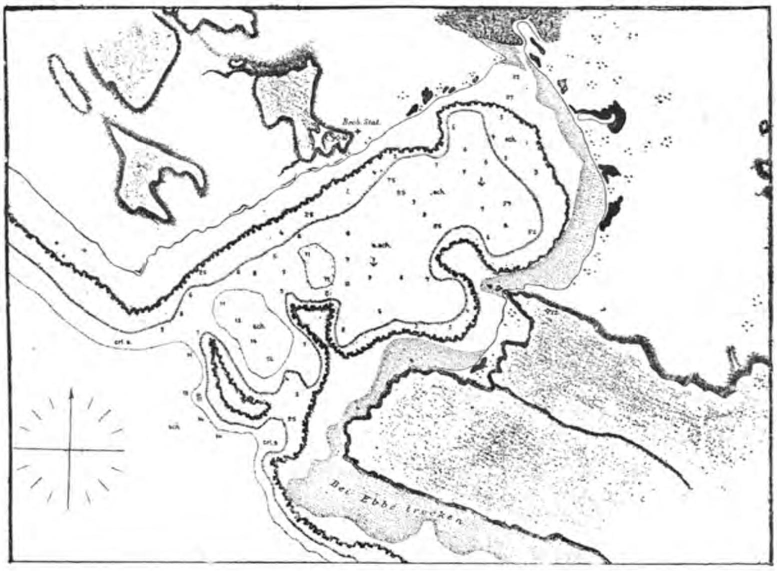


FIG. 5. — Cherm Habban, en Arabie, d'après le plan dressé par l'état-major du navire autrichien « Pola ».
Les chiffres indiquent les profondeurs en mètres.

Dans la baie d'Amphila l'îlot appendiculé Alet est placé tout à fait devant l'embouchure d'un petit *cherm*, ce qui prouve l'origine commune des deux particularités morphologiques (voyez la planche VIII).

On sait que le Delta n'avance aux dépens de la mer que très lentement, cela à cause de la diminution du débit du Nil dans la période actuelle, parce que sa pente est devenue plus douce et que les travaux d'endiguement et de barrage ont rendu la partie terminale de son cours plus régulière; mais cela dépend surtout des changements sécu-

laires qui se produisent dans les niveaux respectifs des terres émergées et de la mer, et particulièrement des *bradisismes*.

La question relative aux modifications subies pendant les derniers temps géologiques par le littoral égyptien est d'ailleurs très compliquée par suite des phénomènes différents que nous indiquerons ici, sans discuter la part qui revient à chacun :

a) Un soulèvement postpliocène, qui se produisit dans tout le bassin de la Méditerranée à une altitude variable. C'est le même qui a déterminé l'émersion des bancs à *Pectunculus violacescens* de la Tunisie et de la Syrie et des anciennes plages émergées de la mer Rouge.

b) Une submersion, commencée depuis les temps historiques, bien sensible sur tout le pourtour de la Méditerranée, submersion que j'attribue à une cause générale probablement astronomique, qui a exercé son influence sur toute la zone tempérée septentrionale.

c) Un affaissement progressif du Delta produit par le tassement et le dessèchement des matériaux d'alluvion, phénomène commun à tous les dépôts fluviatiles.

d) Un soulèvement lent produit sur les côtes de la mer Rouge depuis les temps historiques les plus reculés, soulèvement qui est peut-être la continuation de celui que nous avons signalé au n° 1 (1). Le phénomène actuel supprimerait les effets de la submersion si celle-ci exerçait son influence sur les bords du golfe Arabique, ce qui est encore douteux.

e) Un courant qui longe le rivage méridional de la Méditerranée et transporte de l'ouest à l'est le limon apporté par le Nil à son embouchure.

Les points de ma note sur lesquels je crois devoir insister sont :

1° La condition lacustre originaire de la dépression arabique.

2° L'introduction du Nil dans le lac qui occupait le bassin de la mer Rouge pendant le Pliocène.

3° La formation toute récente, postpliocène, de cette mer par l'ouverture du détroit de Bab-el-Mandeb.

(1) L'éloignement du rivage des ruines d'anciennes villes que certains documents désignent comme ports de mer, par exemple d'Adulis, dans le golfe d'Araphali, et d'Arsinoé, dans le golfe de Suez, est un effet d'exhaussement progressif. Certaines cales et rades très fréquentées autrefois par les barques arabes sont devenues impraticables aujourd'hui par la diminution du fond; mais le changement peut être attribué quelquefois à l'accroissement des coraux.

4° Dans les premiers temps, après le remplissage du bassin arabique par l'océan Indien, la communication de la mer Rouge avec la Méditerranée par l'estuaire du Nil, communication qui a laissé des traces peu sensibles dans les faunes des deux mers, parce qu'elle a été de courte durée et qu'elle s'est produite dans un milieu saumâtre.

5° Les changements qui déterminèrent les conditions géographiques actuelles, changements dus à des causes différentes et qui appartiennent à la dernière phase de l'évolution géologique de la région.

COMPTE RENDU DÉTAILLÉ

DES EXCURSIONS DE LA

SESSION EXTRAORDINAIRE ANNUELLE

DE LA

Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie

TENUE DU 15 AU 21 AOÛT 1898

à NANCY et dans les VOSGES (1)

—

Planches IX à XIV

—

Les membres de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie sont arrivés à Nancy dans l'après-midi du 14 août. Au nombre de trente environ, ils ont été reçus à la gare par MM. Bleicher, Imbeaux, Nicklès, Villain, et par le chef de gare, M. Desmarest, qui,

(1) M. le professeur **Bleicher**, de l'Université de Nancy, qui, aidé par ses collègues et amis, MM. *Nicklès, Imbeaux, Lebrun, Villain* et *Barthélemy,* a organisé et dirigé ces superbes courses faites en Lorraine et dans les Vosges et qui, avec leur collaboration, a rédigé le présent compte rendu détaillé, a été amené en 1899, soit après la session, à faire une série d'observations complémentaires qu'il eût été fâcheux de ne point englober, par suite de leur caractère de nouveauté, dans l'exposé géologique que contient ce compte rendu. C'est pour ce motif, et aussi à cause du retard des publications de 1898, *à la suite* desquelles eût dû être inséré ce compte rendu, qu'il a été décidé que le présent travail, ainsi complété par des observations faites en 1899, serait inséré dans le volume XIII du *Bulletin,* soit dans les *Mémoires* de 1899.

avec son amabilité habituelle, a beaucoup facilité le débarquement et les départs pendant toute la durée de la Réunion extraordinaire.

Les excursionnistes, arrivés très nombreux de Belgique, comme il vient d'être dit, ont eu le plaisir de rencontrer, les attendant à Nancy, leur excellent collègue et ami d'Utrecht, M. le Dr *J. Lorié,* un fidèle des courses les plus intéressantes de la Société. Ils ont eu l'agréable surprise et l'honneur d'y rencontrer M. *Bergeron*, président de la Société géologique de France et délégué par celle-ci pour recevoir les géologues belges, avec leurs amis de Nancy, sur l'hospitalier sol français. Enfin, ils y ont rencontré leurs collègues, MM. *Grand'Eury*, le savant ingénieur, correspondant de l'Institut et professeur à l'École des Mines de Saint-Étienne (Loire), *Lonquéty*, ingénieur à Boulogne-sur-Mer, *A. de Lara*, ingénieur à Raismes (Nord), et *E. Meunier*, industriel à Crépy, en Valois.

Les géologues belges ont employé l'après-midi de leur arrivée à nouer connaissance avec l'état-major de M. le professeur *Bleicher*, organisateur général de la Session. Il se composait de MM. *René Nicklès*, professeur de la Faculté des sciences de Nancy, *Lebrun*, ingénieur des Mines, *Villain*, ingénieur des Mines, à Nancy, Dr *Ed. Imbeaux*, ingénieur des Ponts et Chaussées et directeur du service municipal de la ville de Nancy, *Barthélemy*, membre de la Société géologique de France. Et outre ces messieurs, qui se sont dévoués aux côtés de M. Bleicher pour assurer le succès de la Session et le partage de la direction des œuvres, les géologues belges ont encore trouvé les mains tendues de MM. *Loppinet*, inspecteur des Forêts à Verdun (Meuse), *Fliche*, le savant professeur de l'École forestière de Nancy, et *Authelin*, le zélé préparateur de géologie de l'Université.

PREMIÈRE JOURNÉE. — LUNDI 15 AOUT 1898.

Séance inaugurale. — Visite à la ville de Nancy, à ses établissements scientifiques, techniques et à ses Musées.

Le lundi 15 août, à 9 heures du matin, a eu lieu la séance d'ouverture de la Session à l'amphithéâtre des sciences naturelles de l'Université, mis gracieusement à la disposition de la Société par M. *Bichat*, doyen de la Faculté des sciences. Le bureau a été ainsi constitué : *Président :* M. BLEICHER ; *Vice-Présidents :* MM. IMBEAUX, NICKLÈS ; *Secrétaires :* MM. RUTOT et DORMAL. M. BERGERON, président de la Société

géologique de France, venu de Paris pour souhaiter la bienvenue à la Société à son arrivée à Nancy, prononce une allocution vivement appréciée des auditeurs, dans laquelle il la félicite de ne pas se livrer seulement à des études de géologie pure, qui sont indispensables, mais de consacrer spécialement des séances à l'étude de ses applications. Il félicite vivement M. *Van den Broeck* de l'œuvre humanitaire qu'il a poursuivie et qu'il poursuit encore en créant dans la Société une section permanente d'études du grisou, section composée de savants spécialistes sans distinction de nationalité. Il annonce que la Société géologique de France entre dans la même voie en consacrant une de ses séances sur deux à la géologie appliquée. Il fait part enfin d'une nouvelle vivement applaudie : la rentrée de la géologie dans les programmes de l'enseignement secondaire.

Après exposition du programme adopté définitivement pour les excursions et séances de la Session, la Société visite le laboratoire de son président, à l'École supérieure de pharmacie de l'Université, où se trouvait réunie une collection de photographies et de dessins de coupes de roches calcaires et phosphatées de diverses provenances, sur lesquelles M. *Bleicher* donne de courtes explications. Elle se rend ensuite, sans sortir de l'Université, dans le laboratoire de géologie de la Faculté des sciences, où M. Nicklès lui fait les honneurs de la riche collection de paléontologie locale qui s'y trouve installée depuis peu. Les séries liasiques et oolithiques y sont admirablement représentées, et les céphalopodes, qui font l'objet des études spéciales du professeur, en forment le noyau le plus important. M. Nicklès insiste sur l'origine de ces collections, qui proviennent tout autant de dons généreux d'amateurs que de ses propres recherches et de celles de notre président, M. Bleicher, et des regrettés MM. Wohlgemuth et Gaiffe.

Une rapide visite au laboratoire de minéralogie et d'océanographie de M. le professeur *Thoulet*, suivie d'un coup d'œil jeté en passant sur les galeries du Musée d'histoire naturelle de la ville, terminent la matinée.

L'après-midi est consacrée à la visite de l'Institut chimique et de l'École de brasserie, sous la conduite de M. le professeur *Müller*. On sait que ces créations nouvelles, destinées à l'étude théorique et surtout pratique de la chimie et à l'industrie locale de la bière, sont en grande partie dues à l'initiative privée des grands et petits industriels de la région, parmi lesquels se placent en première ligne comme donateurs MM. Solvay et Cie, Roger et Cie, avec lesquels la Société fera plus ample connaissance. M. Muller fait remarquer que l'Institut chimique

actuel n'est qu'un centre d'agrégation autour duquel s'élèveront des instituts annexes, d'électro-chimie, d'électro-technique, dont la construction est déjà commencée.

Le Musée lorrain, établi dans l'ancien palais des ducs de Lorraine et restauré à la suite de l'incendie de 1872, a été également visité dans cette après-midi. Les membres de la Société ont pu, dans ce cadre du gothique flamboyant du XVe siècle, admirer les collections anciennes sauvées du désastre, les collections nouvelles, résultat de dons ou de dépôts. Les salles du bas contiennent les objets préromains et romains; dans la grande salle du premier, dite galerie des Cerfs, se trouvent réunis des tableaux, faïences, meubles, objets d'art d'origine lorraine, et une petite salle annexe montre étalée sur ses murs les différents plans et vues de Nancy, tandis qu'une belle vitrine contient les armes, bijoux, crânes mérovingiens découverts récemment au Vieil Aître dans l'enceinte même de la ville.

L'après-midi se termina dans les belles galeries de l'École nationale forestière, où les congressistes, conduits par MM. les professeurs *Fliche* et *Henry*, purent passer en revue toute la série des opérations forestières depuis les reboisements jusqu'aux scieries, et apprécier les belles collections de mammifères, d'oiseaux, d'insectes forestiers, de bois en coupes minces et en billes, de géologie et de minéralogie appliquée qui s'y trouvent réunis pour l'instruction des élèves français et étrangers.

BLEICHER.

DEUXIÈME JOURNÉE. — MARDI 16 AOÛT 1898.

Compte rendu détaillé, par M. BLEICHER, de l'excursion du mardi 16 août, de Nancy à Pagny-sur-Moselle, avec retour par Messein.

De Nancy à la station de Foug (ligne de Paris), par un des premiers trains du matin; de la station de Foug au canal de la Marne au Rhin, par la route venant de Foug, après la traversée du canal sur le pont, les berges de celui-ci, jusque vers l'entrée du tunnel, tel est le chemin que la Société a dû faire avant d'arriver au débouché du Val-de-l'Ane : but de la première partie de l'excursion d'aujourd'hui.

Déjà sur les berges du canal, nous faisons remarquer à nos confrères combien le débouché du Val-de-l'Ane dans la vallée de l'Ingressin et

par conséquent de la Moselle est suggestif au point de vue de la théorie du passage des eaux de la Moselle dans le bassin de la Meuse.

C'est en effet cette théorie qui amène ici la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie, non pas que le pays de Foug, de Pagny, ne soit intéressant par lui-même, mais parce que l'idée du passage en ce point précis a si bien fait son chemin, qu'elle paraît passée à l'état d'axiome. (Voir pl. IX, fig. 1 et 2.)

On sait en effet que *Buvignier*, le premier, a, dès 1852 (1), affirmé « que les alluvions que l'on rencontre dans la vallée de la Meuse, et sur » les coteaux voisins, en remontant depuis les Ardennes jusqu'aux » environs de Void, y ont été amenés par la Moselle qui versait alors » ses eaux à la Meuse, par le col de Pagny. La trace de son passage y » est conservée par les mêmes dépôts que l'on peut suivre jusqu'à la » vallée de la Moselle dans laquelle ils se prolongent ». Depuis *Buvignier*, les travaux de *Godron* (2), de *Wohlgemuth* (3), de *Ch. de la Vallée Poussin* (4), de *H. Grebe* (5), de *Davis* (6), de *A. de Lapparent* (7), de *Ch. Velain* (8), ont précisé le lieu de ce passage, mieux que ne l'avait fait *Buvignier*, et l'on admet généralement que c'est par le Val-de-l'Ane qu'il s'est opéré. La Moselle, ici fortement en contrebas de la Meuse aurait rejoint celle-ci, remontant une forte pente, en contournant l'éperon que traversent les tunnels du canal et de la ligne de l'Est, devant lequel nous a mené le chemin suivi jusqu'ici. Il y aurait, suivant

(1) *Géologie du département de la Meuse*, 1852, pp. 92 et suivantes.

(2) *Du passage des eaux et des alluvions anciennes de la Moselle dans le bassin de la Meurthe en amont de Nancy et de la Meuse par la vallée de l'Ingressin.* (ANN. CLUB ALP. FRANÇ., 1876, et MÉM. ACAD. STANISLAS, 1877.)

(3) *Sur les causes du changement de lit de la Moselle, ancien affluent de la Meuse.* (BULL. SOC. AV. SC., XVIIIe session; Paris, 1889, p. 403.)

(4) *Comment la Meuse a pu traverser le terrain ardoisier de Rocroi.* (ANN. SOC. GÉOL. BELGE, t. XII; Liége, 1885, p. 15.)

(5) *De la formation des vallées de la rive gauche du Rhin et particulièrement de la vallée de la Nahe.* Résumé en français par M. Forir dans NOTICES BIBLIOGRAPHIQUES, n° 4, Liége, 1888; dans ANN. DE LA SOC. GÉOL. DE BELGIQUE, t. XIV, Liége. Mémoire original dans JAHRBUCH DER K. PREUSSISCHEN GEOL. LANDESANSTALT FÜR 1885; Berlin, 1886, pp. 131-164.

(6) W.-M. DAVIS, *La Seine, la Meuse et la Moselle.* (ANN. DE GÉOGRAPHIE; Paris, 5e année, n° 19, 15 octobre 1895, p. 25.) — *Vallées à Méandre.* (IBIDEM; 15 mars 1899, p. 170.)

(7) *L'art de lire les cartes géographiques, à propos des travaux de M. Davis sur les variations du cours de la Moselle.* (REVUE SC., 4e série, t. V, 1896. REVUE ASSOC. FRANÇ. AV., Congrès de Limoges, 1896.)

(8) *Hydrographie des eaux douces. Évolutions des réseaux hydrographiques avec application aux principales rivières de la Lorraine et de la Champagne.* (REVUE PÉDAGOGIQUE, 15 avril 1896.)

les auteurs précités, des alluvions qui, dans le Val-de-l'Ane, démontreraient jusqu'à l'évidence ce passage. Or, malgré nos recherches multipliées, faites dans le but de trouver ces alluvions, nous ne pouvons les montrer à nos confrères, *car elles n'existent nulle part apparentes, sur aucun point de son parcours.* (Voir pl. IX, fig. 2, points A, B et C.)

La Société, sans contourner complètement l'éperon qui barrait le passage à l'ancienne Moselle et la forçait de tourner l'obstacle au lieu de l'aborder franchement, a parcouru une partie de ses pentes orientales, grâce à un chemin qui se dirige vers le seuil du passage entre les deux vallées. Elle a ainsi dépassé le niveau de la ferme de la Savonnière, et, malgré les recherches faites sur les flancs de la pente dans les anciennes exploitations de grouine, dans les champs et prés qui s'étendent à gauche du chemin, du côté de la ferme, n'a pu trouver de trace de ces alluvions. C'est alors que quelques-uns de nos confrères, en particulier MM. *Rutot*, *Van den Broeck* et *Bergeron* émirent l'idée de l'utilité qu'il y aurait, pour élucider cette question, de faire un sondage à l'entrée du Val-de-l'Ane, surtout dans la région des prés tourbeux du voisinage de la ferme de la Savonnière. Cette idée excellente a eu sa consécration dans une proposition immédiatement acceptée que nous fit le lendemain de notre visite aux usines et forges de Pont-à-Mousson, M. *Cavallier*, directeur adjoint de cet important établissement. Il prit à sa charge le sondage en question, et promit de l'exécuter avant la fin de l'automne. Cette promesse a été tenue, et vers la fin de novembre, le sondage a été fait à l'altitude de $248^{m},65$ près de la ferme de la Savonnière et a été poussé à $240^{m},65$, c'est-à-dire sur 8 mètres d'épaisseur de *grouine*, sans aucun caillou de Moselle. Cette grouine était composée exclusivement de débris du coteau voisin, c'est-à-dire de chailles, avec quelques fossiles déterminables. (Pl. IX, fig. 2, point D.)

Les eaux d'une part, d'autre part la saison avancée et l'insuffisance des moyens de forage, ont arrêté les travaux avant d'atteindre la marne oxfordienne sous-jacente. Nous espérons qu'ils pourront être repris, si nous trouvons les fonds suffisants pour entreprendre ce travail.

Ici donc, à l'entrée du Val-de-l'Ane, à peu de distance du seuil, qui, sur les cartes de l'État-Major, répond à l'altitude de 265 mètres, c'est-à-dire à $16^{m},35$ au-dessous de celui-ci, il n'y a aucune trace d'alluvions vosgiennes jusqu'à la profondeur de 8 mètres.

Il convient de noter que le nivellement spécial du capitaine du génie *Bois*, adopté planche IX, figure 2, fournit, pour le seuil du Val-de-l'Ane, la cote $258^{m},50$, et, pour le point D, environ la cote 244.

Des travaux de sondages pour les fondations d'une usine de céramique

située (point E) le long de la route suivie par la Société pour aller de la gare de Foug au canal, à gauche, nous ont appris que la cote en cet endroit étant de 236m,75, on a atteint à la cote 232m,75, c'est-à-dire 4 mètres au-dessous de la surface, une couche de sable fin vosgien.

M. *Decker*, directeur de cette usine, a bien voulu nous donner des échantillons de ce sable, qui, dit-il, a surgi avec de l'eau au fond du trou de barre à mine. Il est fin, de couleur fauve, formé de grains bien calibrés, parmi lesquels on distingue facilement du mica en paillettes, des grains de quartz et de feldspath; il est assez riche en fer, mais ne fait que faiblement effervescence avec les acides. A moins de 2 kilomètres en aval de ce point, entre le canal et la ligne du chemin de fer, à une cote assez voisine de celle de l'usine de céramique, une gravière exploitée actuellement (point F) montre, au-dessous d'un mètre environ de grouine fine, des bandes de cailloux vosgiens séparés par de la marne, et vers le bas des fronts d'abatage, les cailloux deviennent de plus en plus abondants et plus gros. La diorite et le granite amphibolique du massif de la Haute-Moselle y sont abondants. Enfin, au-dessous des premières maisons d'Ecrouves, deux gravières (point G) montrent, sous une épaisseur de 2m,50 environ de marne grumeleuse ou sorte de *lehm* (grouine fine), des cailloux assez gros, avec *Succinea oblonga* Drap., *Helix hispida* Linn, de même nature, avec bancs de sable intercalés, sur une épaisseur de près de 3 mètres.

Il paraît résulter de ces renseignements que, en remontant de la grande vallée de la Moselle, par la vallée de l'Ingressin dans le Val-de-l'Ane, après avoir dépassé les belles et larges terrasses caillouteuses à *Elephas primigenius*, on perd peu à peu, au niveau de Foug, les traces d'alluvions vosgiennes, en profondeur, et, jusqu'à nouvel ordre, la limite extrême des sables fins vosgiens est, à la faïencerie nouvelle, à près d'une trentaine de mètres au-dessous du seuil de passage dans la vallée de la Meuse. Quelle a donc été la raison qui a déterminé les auteurs cités précédemment à affirmer ce passage?

La planche II de notre *Guide du géologue en Lorraine*, Nancy, 1887, donne dans la figure 18 une coupe de Void (Meuse) à Toul (Meurthe-et-Moselle), d'après WOHLGEMUTH (*Recherches sur le Jurassique moyen*, pl. IV, fig. 1), dans laquelle l'ancien lit de la Moselle, rejoignant la vallée de la Meuse se trouve indiqué sous la lettre *o*. On y voit nettement, grâce à l'exagération des hauteurs ($^1/_{1000}$ par rapport aux longueurs : $^1/_{80000}$), que ces alluvions auraient dû remonter une pente assez raide pour passer d'un bassin dans l'autre.

Mais cette figure donne une idée fausse des faits, car le long du

trajet de cette communication supposée, on ne trouve aucune trace d'alluvions vosgiennes depuis le point signalé tout à l'heure à 1 kilomètre en aval de Foug vers Toul jusqu'au point de la vallée de la Meuse marqué de la cote 245, où Wohlgemuth la termine.

Par contre, de l'autre côté de l'éperon où nous avons laissé nos confrères de la Société en train de rechercher la solution de ce problème, on rencontre très abondamment répandus dans les champs, mais à une altitude de 299 mètres, des deux côtés de la route, des cailloux vosgiens de grande taille, sur la nature et l'origine desquels les discussions vont s'ouvrir.

Pour rejoindre ce point intéressant, qui nous paraît être le nœud de la question, et l'origine de l'interprétation prématurée suivant nous des auteurs de cette théorie, la Société a dû s'engager, sur « un chemin montant, raboteux, mal aisé et de tous les côtés au soleil exposé », qui franchit, en l'abordant directement dans la direction de Lay-Saint-Remy, l'éperon montagneux que contourne le Val-de-l'Ane.

Cette ascension, pénible en raison de la forte chaleur, montre, chemin faisant, les *chailles* de l'Oxfordien et, vers la partie supérieure de la montée, les premiers bancs de calcaire oolithique appartenant au Rauracien.

Après une courte halte à Lay-Saint-Remy, la Société remonte la même série géologique, le long de la grande route nationale dans la direction de Pagny et de Void, sur la pente d'une sorte de plateau ou large éperon qui nous sépare de Pagny et de la vallée de la Meuse, qui le contourne dans la direction du nord.

Les cartes d'état-major indiquent pour son point culminant, à droite de la route suivie, la cote 303 et, à la gauche, sur les pentes, à une certaine distance 320. (Voir pl. IX, fig. 1.)

Or, c'est ici, sur la côté gauche de la route, surtout entre ces deux cotes très élevées, que se trouvent les seuls gisements de cailloux vosgiens qui, à notre connaissance, se rencontrent dans cette région, avec ceux de la cote Saint-Jean à l'ouest, vers Sorcy, altitude maximum, 325 mètres, et de Vertuzey vers Commercy, altitude, 277 mètres.

Les cailloux vosgiens y sont assez gros, de la taille du poing par places, et nous faisons remarquer, à nos confrères, que de même qu'à la carrière du *Bâlin*, à Champ-le-Bœuf, près Nancy, ils sont presque exclusivement composés de quartzites finement grenus, et de quartz de filons. Comme aux environs de Nancy, les roches granitoïdes paraissent manquer dans ces alluvions anciennes, sans que nous puissions, à défaut de sondage, rien affirmer à cet égard, ayant remarqué que le

sable à éléments granitiques se montre à la *Fourasse* de Maxéville près de Nancy, le long de la route stratégique, dans une chambre d'emprunt, sous les cailloux de quartzite à une altitude de 344 mètres, et que de rares cailloux de granite se rencontrent dans le diluvium des plateaux de la carrière Maxant (excursion du 17 août) à des altitudes plus élevées encore. Quoi qu'il en soit, nos confrères ont été d'accord avec nous pour reconnaître à ces cailloux de quartzite la même origine qu'à ceux des environs de Nancy, du bassin de la Meurthe, des environs de Frouard, du bassin de la Moselle.

Leur caractère est de se tenir toujours à une altitude assez considérable, de 280 mètres environ à 400 mètres au-dessus du niveau de la mer, et ici à la sortie du Val-de-l'Ane *à près de 40 mètres au-dessus du seuil de celui-ci.*

Il est impossible de comprendre le charriage de ces graviers par un cours d'eau traversant le seuil tel qu'il existe aujourd'hui et dont le profil, d'après le nivellement de M. le capitaine du génie *Bois*, que nous donnons ici, bien qu'avec des chiffres différents de ceux de la carte de l'État-Major, est peu favorable à l'idée du passage d'un cours d'eau. (Voir planche IX, fig. 2.)

Si on le suppose relevé d'une quarantaine de mètres, nous sommes amenés, pour y faire passer ces gros cailloux originaires des Vosges, à supprimer toutes les vallées et à concevoir, suivant l'expression dont nous nous sommes déjà servis dès 1883 (1), un plan incliné en pente douce existant entre les Vosges et le bord du bassin de Paris, et des fleuves de nom et de direction inconnus, glissant à la surface de ce plan incliné. Il est même à supposer qu'il faut admettre un relèvement de plus de 40 mètres, car ces fleuves ou rivières aux noms inconnus coulaient selon toute probabililité à la surface de terrains bien plus récents que ceux que nous voyons sur place. C'est ce qui ressort, en effet, des observations nombreuses que nous avons faites sur la dénudation à la surface des plateaux. Nous avons trouvé aux environs de Nancy (voir excursion du 17 août), là où affleurent aujourd'hui le Bathonien inférieur et le Bajocien supérieur, des preuves positives de l'existence du Bathonien moyen, de l'Oxfordien et du Corallien ou Rauracien. On peut donc supposer que ces cours d'eau coulaient à plus de 200 mètres au-dessus du point où nous retrouvons les cailloux aujourd'hui (2).

(1) *Nancy avant l'histoire,* discours de réception à l'Académie Stanislas. (ACAD. STANISLAS, 1884.)

(2) *Sur la dénudation du plateau central de Haye.* (COMPTES RENDUS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES, lundi 16 janvier 1900.) — (*Note ajoutée pendant l'impression.*)

Il semble que cette opinion concorde avec celle de *Buvignier* (*Descr. géol. Meuse*, p. 93) lorsqu'il s'exprime ainsi : « Les dépôts, ceux qui » s'étendent sur les plateaux, paraissent les plus anciens. Ils auraient » été formés à une époque où la vallée à peine ébauchée n'aurait été » indiquée à la surface du plateau que par des dépressions larges et » peu profondes dont les eaux s'écoulaient, tant dans la direction de » la Meuse que vers le bassin de la Seine, occupé peut-être encore en » partie par la mer crétacée et tertiaire.

» Les cailloux vosgiens sont très abondants à Montfaucon et à Curel, » à un niveau de près de 300 mètres au-dessus du niveau de la mer, » en des points où la pente générale est dirigée vers la vallée de l'Aire » et dans la direction d'un col qui y communique par Saint-Georges » et Saint-Juvin, où les cailloux vosgiens se mélangent aux alluvions » anciennes de la vallée; d'un autre côté, on les retrouve à peu près » au même niveau sur le plateau de *Gaize* des deux côtés de la Biesme » depuis Beaulieu jusqu'à Vienne-le-Château. Ils sont moins abondants » dans cette région où ils ont dû pénétrer à travers les plateaux de » l'étage jurassique supérieur par quelque dépression, premier indice » des cols de Saulx, de Fresne-au-Mont ou de Huppes. »

D'après ce passage de Buvignier, ces alluvions, sur la nature minéralogique desquelles il insiste trop peu à notre sens, sont, comme nous l'avons constaté nous-même dans le bassin de la Meurthe et de la Moselle aux environs de Nancy, indépendantes des reliefs et des bassins actuels. Elles doivent être anciennes et ici nous avons déclaré qu'il ne nous répugne pas de les considérer, avec nos confrères belges, comme tertiaires et peut-être oligocènes, en raison de leur mélange avec du fer pisolithique dans les fissures et à la surface des plateaux.

A cette époque ancienne, où il n'y avait en réalité *ni Meurthe, ni Moselle, ni Meuse,* au moins tels que nous connaissons ces cours d'eau aujourd'hui, les alluvions ont dû être très puissantes et ce qui en reste aujourd'hui n'en donne qu'une faible idée.

Les passages suivants de Buvignier résument enfin ses idées sur le mode de creusement des vallées et spécialement de la vallée de la Meuse et sur la descente des eaux et des alluvions de plateaux vers les vallées actuelles.

1° (p. 94.) « Au fur et à mesure que les diverses parties de la vallée de » la Meuse devinrent plus profondes, les dépôts de roches vosgiennes se » formèrent à des niveaux moins élevés. Plus tard, le barrage oolithique » qui arrêtait les eaux de la Meuse au nord-est étant rompu, cette » rivière prit son cours actuel, mais peut-être sans abandonner immé-

» diatement son ancienne direction. Le courant, divisé en deux bras,
» aurait perdu de sa force et c'est à cette époque où la vallée de la
» Meuse avait, à quelques mètres près, sa profondeur actuelle, que se
» seraient formés les petits dépôts de cailloux *granitiques* que nous
» avons signalés, jusqu'à ce que les eaux, continuant à ronger la digue
» oolithique, l'aient enfin creusé au-dessous du niveau du col de Pagny.
» La séparation des deux rivières étant ainsi complète, les débris vos-
» giens ont cessé d'arriver à la Meuse, de là leur moindre abondance
» dans les parties basses de la vallée qui ont été creusées postérieure-
» ment. »

2° (p. 92). « Dans la partie moins élevée (de la vallée), à 30 et
» 40 mètres au-dessus de la Meuse, les grès bigarrés deviennent abon-
» dants, enfin dans les dépôts qui règnent souvent à 10 et 20 mètres
» au-dessus du niveau de la rivière, les cailloux plus petits appar-
» tiennent surtout aux roches *granitiques;* ils sont disposés en lits plus
» ou moins réguliers, dans lesquels sont intercalés quelquefois des
» veines de graviers calcaires provenant des roches qui constituent les
» flancs de la vallée. »

Buvignier, si nous comprenons bien ces textes, malheureusement un peu flottants et vagues, signale, dans la Meuse, des alluvions anciennes, vosgiennes, dont il ne précise pas la nature, qui, à des altitudes de 300 mètres, passent dans la vallée de l'Aire, affluent de l'Aisne, et se mélangent aux alluvions anciennes de la vallée, des dépôts d'alluvions situés à 30 et 40 mètres au-dessus de la Meuse riches en grès bigarrés, et d'autres enfin situées à 10 et 20 mètres au-dessus du niveau de la rivière, qui sont composées en partie de roches granitiques et de roches locales

Il est à regretter que Buvignier n'ait caractérisé les alluvions anciennes vosgiennes des niveaux supérieurs que par les quartzites, sans parler des cailloux granitiques que l'on y rencontre mélangés en très forte proportion entre Létanne, Beaumont et l'abbaye de Clerval (1), à 3 kilomètres à vol d'oiseau de la vallée de la Meuse, de ceux que l'on a rencontrés sur les hauteurs aux environs de Verdun pendant la construction des forts et de ceux qui se trouvent en abondance sur les talus de l'ancien champ de manœuvre en face de la gare de cette ville.

Nous signalons ces quelques gisements comme riches en roches gra-

(1) Ces alluvions vosgiennes ont été signalées pour la première fois par M. *Gosselet* (BULL. SOC. BELGE DE GÉOL., t. III, 1889, procès-verbaux, séance du 30 octobre 1889, p. 1402).

nitiques, généralement de petite taille et roulées, mais nous sommes convaincus, d'après nos recherches aux environs de Nancy, que partout où les cailloux de quartzite ont été rencontrés dans la vallée de la Meuse, à Lay-Saint-Remy, Mont-Saint-Jean, Vertuzey, Kœur, ils étaient accompagnés de granite qui, étant plus décomposable a disparu de la surface des champs où on les trouve, mais se conservent plus ou moins intacts partout où l'on a extrait le gravier, par conséquent à une certaine profondeur, comme dans les gravières de Beaumont.

Dans nos excursions dirigées sur les flancs et dans le fond de la vallée de la Meuse de Pagny à Mouzon, nous n'avons jamais trouvé de cailloux roulés de grès bigarré, et ce fait ne nous étonne pas, cette roche étant généralement trop friable pour parvenir à cette distance des massifs d'origine. Quant aux alluvions récentes de cette rivière, elles contiennent des cailloux de quartzite, en faible proportion, avec des roches locales (Verdun, Mouzon).

Ces recherches nous ont amené à considérer ces dépôts, appelés par nous, à tort peut-être, *diluvium des plateaux*, qui couvrent par place les coteaux et plateaux encadrant les vallées de la Meurthe et de la Moselle (plateau de Haye) jusqu'à des altitudes de 300 et près de 400 mètres, comme identiques à ceux des bords de la vallée de la Meuse, Lay-Saint-Remy, Mont-Saint-Jean, Vertuzey, Kœur, Verdun, Beaumont.

La seule différence que présentent ces différents gisements provient du plus ou moins de destruction de ces placages ou dépôts superficiels et du plus ou moins de décomposition des roches granitiques qui accompagnent les quartzites.

Beaumont, par exemple, constitue pour nous un gisement typique; Vertuzey, Lay-Saint-Remy et, en général, tous les affleurements de ce diluvium des plateaux sur les flancs des vallées sont démantelés, et une grande partie de leurs cailloux sont allés rejoindre ceux des terrasses de diluvium qui s'arrêtent bien plus bas.

C'est ce que nous voyons très bien sur le pourtour du massif de Haye, couvert autrefois par d'immenses dépôts de ce diluvium, aujourd'hui morcelés et débordant par leurs cailloux et sables jusque vers le thalweg de la vallée où ils regagnent les terrasses quaternaires (gare de Villey-le-Sec).

Il en résulte que, suivant de bas en haut certains ravins (Villey-le-Sec), on passe, sans s'en apercevoir, du diluvium quaternaire au diluvium ancien des plateaux, descendu par l'action des eaux le long des lignes de plus grande pente. Il y a donc dans nos régions une confusion

possible sur les limites de ces deux dépôts d'âge si différents, et cette confusion est encore entretenue par les cailloux de quartzite communs aux deux sortes d'alluvions. Telle est sans doute la cause première de l'erreur de Buvignier, Godron et Wohlgemuth. La présence de cailloux granitiques non décomposés permet seule de distinguer dans bien des cas les graviers récents des graviers anciens ou tertiaires.

La conséquence de ces recherches récentes serait donc la suivante : Les régions de la Meuse jusqu'au versant du bassin de l'Aisne ont été autrefois en communication avec les Vosges méridionales, mais les alluvions qui ont été amenées alors de ce massif n'avaient nullement à se préoccuper des reliefs et des dépressions actuelles.

Pour amener à Beaumont, altitude de 212 mètres, en passant par le Val-de-l'Ane (cote 258^{m},50; 265 d'après les cartes), les cailloux de la grosseur d'une tête d'enfant, qui ne sont pas rares dans le diluvium des plateaux, il fallait une pente moyenne autrement forte que celle qui résulte de la distance de ce col à ces deux points extrêmes.

Quoi qu'il en soit de cette explication, qui s'appuie également sur ce fait que les dépôts diluviens datés de la vallée de la Meurthe, comme ceux de la vallée de la Moselle (lignites glaciaires de Jarville, près de Nancy, terrasses à *Elephas primigenius*, *lehm marneux à Succinea oblonga* de l'Ingressin), ne *s'élèvent nulle part* à plus de vingt mètres au-dessus du niveau des rivières actuelles, l'opinion générale des membres présents à cette excursion a été que *rien* ne démontrait actuellement le passage des eaux de la Moselle dans le bassin de la Meuse à cet endroit.

La Société, après une longue station en ce point, se dirigea par la route vers le passage à niveau du chemin de fer de Pagny-Sorcy, pour prendre le long de la voie, sans traverser, dans la direction de la gare de Pagny jusqu'à une chambre d'emprunt où affleurent les chailles oxfordiennes.

La chaleur torride qui, se faisant sentir dès le matin, n'avait fait que grandir depuis la mise en marche de la Société, n'a pas permis d'apprécier cet affleurement à sa juste valeur.

Bien que riche en fossiles plus ou moins bien silicifiés, il a été délaissé rapidement, l'heure du déjeuner aidant, pour le buffet de la gare de Pagny, où l'ombre, la fraîcheur et le reste attendaient les géologues.

Après déjeuner, la Société tout entière a rétrogradé en chemin de fer sur Toul, d'où, après une courte visite à la ville, à la belle cathédrale, au cloître de Saint-Gengoult, au Musée, elle s'est embarquée sur le bateau à vapeur, mis gracieusement à sa disposition par le Corps des

ponts et chaussées, et dont l'ingénieur en chef, M. *Thoux*, faisait lui-même les honneurs.

La traversée, assez longue, de Toul à Messein s'est effectuée sans encombre sous un ciel de feu, dont les provisions liquides et solides, embarquées par quelques congressistes prévoyants, parvinrent à modérer les effets.

Cette excursion, devenue classique depuis qu'une ligne de chemin de fer relie Toul à Pont-Saint-Vincent, fait passer en revue les sites les plus beaux des environs de Nancy : Pierre-la-Treiche aux grottes préhistoriques, Villev-le-Sec couronné par son fort, Chaligny, Pont-Saint-Vincent et les hauteurs de Sainte-Barbe, enfin la côte d'Afrique, célèbre par son camp préromain.

A Messein, sous la conduite de M. *Imbeaux*, on visite l'usine élévatoire qui distribue l'eau à Nancy, et une agréable réception dans les jardins de l'usine vient clôturer la journée, avec retour par la gare de Messein à Nancy.

Troisième journée. — Mercredi 17 août 1898.

1° La matinée.

Compte rendu, par M. BLEICHER, de la course du matin, le 17 août, aux « Quatre-Vents » et au Champ-le-Bœuf (Plateau de Haye).

Départ à 7 heures : tramway électrique jusqu'au cimetière de Préville, de là, course à pied par l'avenue de Boufflers jusqu'au Chemin blanc, qui nous mène au-dessus du village de Laxou, où l'ossature des collines des environs de la ville devient visible.

A droite de la route suivie, vers le sommet d'une pente assez raide, une carrière abandonnée montre les calcaires gréseux oolithiques, en bancs minces à stratification transgressive, de la partie supérieure de l'horizon à *Ammonites Sauzei* du Bajocien moyen, surmontés de la masse inférieure du calcaire à polypiers, sur une hauteur d'une dizaine de mètres.

La récolte de fossiles y a été médiocre, et se borne pour le récif coralligène à *Isastrea Bernardana* Edw. et H.

Plus loin, au sommet du plateau, sur les côtes de la route qui mène aux champs de tir de la forêt de Haye, un peu à droite d'une maison isolée, se montrent les couches les plus élevées du calcaire à polypiers, mises à nu par des travaux de terrassement. Le calcaire à polypiers s'y

montre taraudé et recouvert d'oolithe à gros grains (cannabine de Husson), avec rares fossiles, polypiers en particulier.

Reprenant à droite la route qu'elle venait de quitter pour celle qui se dirige vers la droite aux Quatre-Vents, la Société s'engagea bientôt dans les profondes carrières de *Bâlin* qui la bordent à gauche. On désigne sous ce nom de *bâlin*, la pierre de taille la plus commune aux environs de Nancy; elle répond assez bien au facies oolithique des récifs coralligènes du Bajocien supérieur. Le *Bâlin*, nom d'une qualité de pierre, est devenu, par extension, un lieu-dit usuel en Lorraine.

Les fossiles y sont rares, cette formation représentant une ère de destruction de massifs puissants de polypiers dont quelques témoins existent çà et là. Elle a abouti à la production d'une masse énorme de

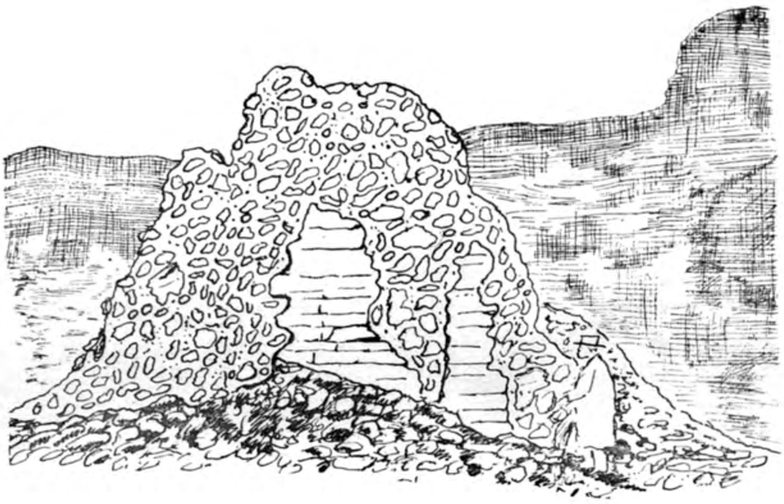


FIG. 1. — Témoin de la carrière du *Bâlin*, composé de deux piliers corrodés de calcaire bajocien supérieur, entre et autour desquels existe un *conglomérat* avec pisolithes et cailloux vosgiens.

sédiments oolithiques fins déposés dans des courants où des remous se traduisent par la stratification entrecroisée des couches. Les débris des polypiers massifs, en branches, des coquilles, des échinides qui formaient ces récifs se retrouvent, plus ou moins désintégrés, comme centres d'attraction des oolithes qui constituent la masse de la roche.

Ces carrières déjà anciennes, mais en pleine activité encore aujourd'hui, forment un dédale au milieu duquel il est bon d'être guidé. Un certain nombre de nos confrères, n'ayant pas suivi le fil conducteur que nous représentions pour le moment, purent à loisir se pénétrer de

l'aspect ruiniforme de ces vastes couloirs ménagés au milieu des *témoins* respectés dans les fronts d'abatage (voir fig. 1), mais manquèrent les fissures avec remplissage d'argile rouge, de conglomérats avec rognons calcaires, cailloux vosgiens, minerai de fer fort, pisolithique, fossiles divers que nous nous proposions de leur faire visiter.

Pour expliquer ces fissures, nous admettons volontiers l'explication de Braconnier (*Description géologique et agronomique des terrains de Meurthe-et-Moselle*, Nancy, 1883, p. 75) : « Pour tout système de fractures, entre les lignes principales qui donnent naissance à des rejets » variables en amplitude, il existe un très grand nombre de fissures de » moindre importance et qui ne paraissent pas pénétrer dans le sol à » une grande profondeur. Ainsi, dans les coteaux des environs de » Nancy, les fissures, espacées au plus de 6 ou 10 mètres, traversent les » calcaires de l'oolithe inférieure, la formation ferrugineuse et viennent » se terminer à 1 ou 2 mètres en dessous de cette formation dans le » sable argileux sur lequel elle repose. Ces résultats d'observation sont » pleinement confirmés par les expériences de Daubrée (diaclases).

» Plus les roches sont dures et sèches, plus les fissures sont nombreuses, nettes et bien parallèles. Lorsque deux bancs de roche dure » sont séparés par une couche marneuse, les fissures se correspondent » dans ces deux bancs, et sont souvent invisibles dans la couche de » marne, laquelle a supporté plus facilement le choc produit par la » dislocation de l'écorce terrestre. »

Ces fissures plus ou moins profondes, s'entrecroisant souvent à angle droit, comme dans les diaclases typiques, sont pour les géologues de précieux sujets d'étude, et les carrières du *Bâlin* et de *Champ-le-Bœuf*, que la Société va parcourir, comptent parmi les plus intéressantes des environs de Nancy.

Chemin faisant, on peut, dans la carrière du *Bâlin*, voir des fissures en cul-de-sac ou superficielles, remplies d'argile rouge, de rognons calcaires, de pisolithes ferrugineux, avec rares cailloux vosgiens de quartzite, dont il est possible d'aborder le fond ; des fissures plus profondes, remplies de débris anguleux de la roche encaissante, plus ou moins décomposés et imprégnés de fer emballés au milieu de terre rouge riche en pisolithes ferrugineux bien formés ou ébauchés. En bien des endroits, elles sont en partie vidées et laissent voir leurs parois corrodées par les eaux, leurs couloirs assez profonds, au bas desquels s'étale l'argile rouge avec fer fort, pisolithes, cailloux vosgiens.

La Société s'est longtemps arrêtée devant une sorte de cône de déjection formé aux dépens du contenu d'une de ces fissures. A la surface de

ce cône de déjection d'argile rouge, abondait le fer fort à l'état de petits rognons irréguliers, le fer pisolithique libre ou agglutiné avec des rognons calcaires et des cailloux roulés de quartzite vosgiens. Parmi le minerai de fer, qui a été exploité autrefois en ce point, comme le démontre la présence ici de scories anciennes, on trouve deux sortes de fossiles : des Rhynchonelles plus ou moins transformées en limonite du Bathonien supérieur, *Rhynchonella varians*, Davidson, voisine de *R. badensis*, Opp., des débris de dents et de mâchoires de poissons, des fragments de dents de Ruminants, du *Bœuf*, de l'*Elephas primigenius* ou mieux d'une forme particulière à nos fissures des plateaux, qui (1), « en raison de l'écartement des lames dentaires de ses molaires, de » l'épaisseur de ses lames d'émail et de la forme des lames dentaires » usées, nous paraît être plutôt *El. antiquus* Falc., que *E. primigenius* » Blum (2) ».

Les fissures de la carrière du *Bâlin* ont encore fourni deux sortes d'échantillons de roches sur lesquelles nous croyons devoir attirer l'attention.

On trouve presque dans chacune d'elles, mais surtout dans les plus riches en fer, des fragments anguleux, assez menus, de la roche oolithique bajocienne encaissante, qui ont subi des altérations plus ou moins profondes. Elles se bornent souvent à une simple corrosion ayant agi assez avant dans la roche pour faire saillir à leur surface les coques des oolithes et les tests de coquilles, mais dans certains cas, le milieu riche en fer a imprégné les oolithes de dehors en dedans, sans colorer le ciment qui les relie. Grâce à des coupes nombreuses, on voit combien le fer a une action d'élection pour ces corps figurés qu'il teint par places au point de les rendre absolument noirs et opaques. (Pl. X, fig. 1.)

Cette action métamorphisante n'est pas ancienne, car on trouve de ces roches dans les parties les plus superficielles du remplissage des fissures, et ici le fer a été évidemment emprunté au milieu argileux rouge qui contient les pisolithes, les rognons et fossiles ferrugineux.

La présence de rares échantillons de silex oolithiques dans les cassures de la carrière du Bâlin, et spécialement dans le cône de déjection signalé plus haut, constitue le second fait sur lequel il est bon d'insister, en raison de la dispersion étendue des roches de cette nature, depuis

(1) *Guide du géologue en Lorraine*, p. 87.

(2) Rappelons ici que dans des fissures du même genre, sur le plateau de Haye et les plateaux avoisinants, on a trouvé le *Rhinoceros tichorhinus*, le *Renne*, le *Loup*, l'*Hyène des cavernes*, etc.

la Belgique jusqu'à nos régions, à la surface des hauts plateaux qui bordent les vallées de la Meuse, de la Moselle et de la Meurthe (1).

Il nous semble que les échantillons de silex oolithiques trouvés dans nos régions lorraines, et spécialement dans les fissures des carrières visitées par la Société (voir pl. X, fig. 1), permettront d'avancer la solution de cette question sur laquelle M. *E. Van den Broeck* (*loco cit.*, p. 409) déclare en 1889 ne pouvoir se prononcer définitivement, après avoir consulté tous les géologues qui ont étudié les couches secondaires du nord-est de la France.

« D'après l'ensemble des appréciations qu'ont émises ces savants » confrères (*id.*, *ibid.*), il semble, dit-il, qu'il faille rapporter l'origine » de ces roches à la *préexistence d'une zone littorale, actuellement ravinée* » *et complètement démantelée*, après avoir naguère subi le processus de » la silicification, — *du Jurassique corallien ou Bathonien du nord-est* » *de la France*. Le transport à distance de ces matériaux vers le » nord — antérieur vraisemblablement au creusement de la vallée de » la Meuse — aurait fourni l'éparpillement, dans les amas caillouteux » tertiaires des plateaux de la Meuse, des vestiges oolithiques qui s'y » observent aujourd'hui. » Voir planche XI, figures 1 et 2, représentant des coupes de cailloux oolithiques silicifiés, recueillis par M. Van den Broeck, à Saint-Héribert, près Namur.

La constatation, par MM. Gauthier, Haek, Dewalque, Malaise et Stainier (2), de l'ancienne extension du Crétacé dans la province de Namur, puis dans le Condroz, faite à l'aide de nombreux débris de roches et de fossiles de cet étage, à la surface du sol et dans les fissures, vient déjà élargir le cercle des recherches, en introduisant les silex crétacés dans la série des formations desquels les silex oolithiques ont pu être tirés.

Jusqu'aux limites de notre champ d'études, c'est-à-dire sur la longue bande de terrain qui, de Longwy jusqu'au sud de Toul, constitue le département de Meurthe et Moselle, on ne trouve de silex vraiment oolithique en place que dans le Muschelkalk. Il est alors souvent noir et compacte, et, par *décomposition* superficielle, les oolithes font saillie à la surface des rognons sous forme de grains se détachant et pouvant

(1) E. Van den Broeck, *Les cailloux oolithiques des graviers tertiaires des hauts plateaux de la Meuse.* (Bull. Soc. belge de Géol., t. III, année 1889, procès-verbaux, séance du 30 octobre, pp. 404-412.)

X. Stainier, *Présence du Crétacé à Gesves et aux environs de Namur.* (Ann. Soc. géol. de Belgique, t. XVIII et XIX, *Bulletin*, 1891.)

(2) X. Stainier, *idem*, p. 1 (tirage à part).

servir à des préparations (Hablainville, Meurthe et Moselle . Ce silex est, d'après les coupes, caractérisé par des oolithes globuleuses et ovoïdes, de dimensions assez inégales, allant de 1 à 2 millimètres de grand diamètre à 3 au maximum, avec zones concentriques souvent peu nettes et auréole de petits grains aux contours plus ou moins anguleux ou arrondis, et bandes siliceuses, fibroradiées (Glouville, Avricourt, Hablainville). (Voir planche X, fig. 2.)

Les cailloux et le poudingue rhétiens de Varangeville Saint-Nicolas contiennent en abondance de ce silex oolithique du Muschelkalk, et certains échantillons roulés de petite taille ressemblent à ceux que nous devons à l'obligeance de M. *E. Van den Broeck*, provenant de Saint-Héribert (Belgique). (Voir planche XI, fig. 1 et 2.)

Ces coupes microscopiques montrent leur identité parfaite avec les roches en place du Muschelkalk lorrain (voir planche X, fig. 2), mais il semble cependant que les oolithes y soient plus parfaites et leurs zones concentriques mieux limitées.

Le Bajocien supérieur des environs de Metz contient, d'après M. l'abbé *Friren*, qui nous en a communiqué de nombreux échantillons, des parties silicifiées qui doivent être prises en considération dans les recherches présentes, car à la surface des Térébratules de ce niveau, dans leur épaisseur, comme à la surface des rognons, la matière siliceuse est complètement formée de petits grains oolithiques aplatis, à couches concentriques, de même calibre, à peu près de $^1/_2$ à 3 millimètres, pressés les uns contre les autres.

Le même fait se présente sur une plus grande échelle pour les rognons et croûtes siliceuses des chailles oxfordiennes de nos régions. On y rencontre surtout, dans les échantillons qui ont été soumis aux actions atmosphériques, tous les passages de la granulation à l'oolithe aplatie parfaitement formée, avec zones concentriques. Les fissures de la carrière de la Photovilla, près de la ferme Saint-Jacques, que la Société doit visiter à la fin de cette excursion, nous ont donné des échantillons silicifiés d'*Apiocrinus*, de *Millericrinus echinatus*, de *Belemnites canaliculatus*, d'*Ostrea Bruntrutana*, dont quelques-uns ont, dans leur partie superficielle, blanche opaque, la plus décomposée, la structure nettement oolithique, tandis que les parties profondes ont conservé l'aspect et la transparence de la calcédoine et du silex ordinaire.

C'est à cette série de silex oxfordiens que se rapporte l'échantillon découvert par nous dans la fissure vidée de la carrière du *Bâlin*. Enfin les silex ne sont pas rares dans le Rauracien de Lorraine, mais comme ils

ne se présentent pas sous la forme oolithique, nous devons les passer sous silence dans cette revue rapide des gisements lorrains de silex oolithiques.

Les membres de la Société, après leur visite aux carrières du *Bâlin*, se retrouvèrent devant la maison des Quatre-Vents, sur la route de Toul, qu'ils ne firent que traverser pour aller visiter les grandes carrières de *Champ-le-Bœuf*, creusées dans les mêmes horizons géologiques que celles qu'on venait de quitter.

Les fronts d'abatage, de 10 mètres environ de hauteur et d'une grande étendue, permettent de voir, à côté de nombreuses fissures remplies de terre rouge riche en fer, avec quelques cailloux de quartzite, de puissants dépôts, de $2^{m},60$ d'épaisseur par places, d'argile rouge de même origine, surmontés de débris calcaires anguleux, plus ou moins corrodés et emballés dans de l'argile rouge. Tantôt ils communiquent en entonnoir avec les fissures dont on ne peut voir la fin sur le front d'abatage, tantôt ils s'étendent dans des sortes de poches ou de dépressions plus ou moins profondes. Quoi qu'il en soit, ici mieux que partout ailleurs, on peut voir, à la surface des calcaires jurassiques, les déchets de la dénudation des puissantes assises qui ont disparu en ce point de la surface du plateau.

Ici également les couches de contact du Bajocien supérieur avec le Bathonien sont facilement reconnaissables, grâce à leur forme de banquette surplombant le vide des carrières. A défaut de limite bien tranchée, dans le passage d'un étage à l'autre, nos confrères purent constater une réelle différence de sédimentation entre les roches dures marneuses non oolithiques, taraudées, formant banquette ou corniche, pauvres ici en fossiles et les calcaires marneux oolithiques grumeleux, très riches en débris de fossiles qui les surmontent.

Contournant dans les champs d'anciennes carrières de bâlin, la Société se dirige droit sur la route qui se détache de la grande route de Toul, pour rejoindre la ferme Saint-Jacques, la traverse à la hauteur de l'entrée des carrières Maxant, pour en suivre sur un sentier le bord qui fait face à la route.

Cette partie, abandonnée aujourd'hui, de ces immenses carrières, montre au-dessous du chemin suivi, deux falaises hautes, de 8 mètres environ, de calcaire oolithique du Bajocien supérieur, complètement démantelées, creusées de profondes fissures remplies d'argile rouge, de marnes grises sableuses et de cailloux vosgiens.

C'est ici que feu M. *Gaiffe*, opticien à Nancy, amateur zélé et désintéressé de géologie, a trouvé, il y a une quinzaine d'années, dans une

profonde fissure, ou mieux dans une sorte de chambre formée par la rencontre à angle droit de deux fissures, un amas de fossiles de la partie supérieure du Bathonien moyen, parmi lesquels *Ammonites Wurtembergicus, Anabacia orbulites.*

Plus tard, dans une autre fissure voisine, au milieu de marnes grises sableuses, nous avons trouvé, nous-même, les fossiles silicifiés des chailles oxfordiennes signalés plus haut, parmi lesquels *Millericrinus echinatus* est le plus caractéristique.

Rappelons ici, pour compléter la série, que M. Gaiffe, à la suite de ces découvertes, a trouvé dans les champs, au milieu de cailloux de quartzite, entre la carrière et la ferme Sainte-Catherine, plusieurs masses lenticulaires (miches) de calcaire silicifié, sorte de gaize à grain fin, avec nombreuses empreintes de fossiles bivalves et de radioles de *Cidaris florigemma.* Depuis lors, nous avons pu nous-même constater leur présence sur ce point.

Les cailloux vosgiens, dont la présence à cette altitude de 361 mètres environ, étonne à bon droit, abondent non seulement dans ces fissures, mais sont répandus dans les champs sur une grande étendue, et ne cessent de paraître que vers la route de Toul.

Ils sont assez gros, souvent plus que pugilaires, bien roulés, et toutes les sortes de quartzites et de quartz filoniens y sont représentées avec de très rares échantillons de roche granitique ou porphyrique. Ces cailloux paraissent provenir de la désagrégation du poudingue du grès des Vosges, et certains d'entre eux ne laissent aucun doute à cet égard, grâce aux caractères spéciaux du grès lui-même qui s'y trouve souvent conservé à leur surface.

De ce point, la Société, redescendant vers la route de Toul, a été successivement visiter deux carrières, dont la première, la plus élevée et la plus importante, est creusée comme les précédentes dans le calcaire oolithique bajocien supérieur ou *bâlin*, à une profondeur de 10 à 15 mètres. Les bancs bajociens sont surmontés du calcaire marneux taraudé, déjà mentionné plus haut ; mais ici les fossiles sont plus abondants et souvent bien conservés.

Ce sont surtout : *Cosmoceras longovicense* Steinm, *Ammonites niortensis*, *Galeropygus Nodoti*, *Waldheimia ornithocephala*, *Terebratula ventricosa* Hartm, et toute la série des gastropodes trouvés pour la première fois dans le gisement classique distant d'un kilomètre à peine à vol d'oiseau du Haut-du-Lièvre (1).

(1) *Guide du géologue en Lorraine*, p. 68.

Mais, pas plus ici qu'à la carrière des *Quatre-Vents*, il n'est possible d'aborder les couches qui supportent ce banc fossilifère, épais de $0^{m},60$ environ, et contiennent, aux Baraques de Toul, à environ 1 kilomètre au nord-est d'ici, une série de végétaux très intéressants (1). De cette première carrière à la seconde, située un peu plus bas vers la route de Toul, il n'y a qu'un pas, et cependant on n'y rencontre plus ni le contact avec le Bathonien ni la roche purement et simplement oolithique, dont les bancs profonds sont exploités comme pierre de taille. Ce sont cependant les mêmes formations de bâlin, mais, par suite d'un passage latéral que nous constatons très souvent dans cet étage, les récifs coralligènes n'ont pas été entièrement détruits, et il reste de nombreux débris de polypiers massifs, empâtés dans le calcaire oolithique, reconnaissables à leur couleur blanche et à leur texture cristalline.

De plus, nous nous souvenons d'avoir trouvé autrefois, lorsqu'elle était en pleine exploitation, quelques échantillons déformés d'*Ammonites Brackenridgii*, c'est-à-dire de la forme aplatie et écrasée de *Stephanoceras Humphriesianus*.

En résumé, cette revue de nos carrières de bâlin, depuis les *Quatre-Vents* jusqu'aux carrières de *Champ-le-Bœuf*, et des bords de la route de la ferme Saint-Jacques, démontre que le Bajocien supérieur peut varier latéralement de facies, et même d'épaisseur, tout en conservant des caractères communs oolithiques et coralligènes; que la séparation du Bajocien avec le Bathonien ne peut pas se réduire à un plan limite, mais qu'elle se signale par une faune, très riche par places, dans laquelle les Céphalopodes sont rares, tandis que les Gastropodes et Brachiopodes abondent. Les plateaux ont été fissurés au cours des temps; leurs fissures et dépressions ont été agrandies et remplies, à l'époque quaternaire, par tous les déchets d'une immense dénudation. Celle-ci a fait s'y précipiter des témoins de l'extension ancienne du Bathonien moyen, de l'Oxfordien, du Rauracien, avec les cailloux roulés vosgiens que ces étages disparus portaient autrefois sur leur surface libre; niveau de plaine primitive que nous pouvons reporter à plus de 200 mètres au-dessus de la surface actuelle.

De la dernière carrière étudiée, d'où la vue s'étend au loin vers le nord-est, on peut se rendre compte d'un ancien état de choses qui mettait de plein pied le plateau de Haye, où nous nous trouvons ici, en communication avec la colline de Malzéville, isolée aujourd'hui de l'autre côté de la vallée de la Meurthe.

(1) FLICHE et BLEICHER, *Étude sur la flore de l'Oolithe inférieure des environs de Nancy*. (BULL. SOC. SC. NANCY, 1882.)

Les affleurements du Bajocien supérieur se correspondent en effet assez exactement, 342 (Malzéville), 357 (Quatre-Vents) par dessus celle-ci, et l'on conçoit parfaitement, par la structure de ses flancs, la succession de fissures, de chutes, de démolitions, de nivellements enfin qui l'ont amenée à travers les siècles au profil actuel.

Ces considérations de géographie physique, développées sur place, ont immédiatement été suivies du retour à Nancy, par la route de Toul.

2° L'après-midi.

Compte rendu détaillé, par M. RENÉ NICKLÈS, de la course du 18 août, à Varangéville et Saulxures.

De la station de Varangéville, où le chemin de fer amène les membres de la Société, on se dirige, en passant devant les salines Daguin-Marchéville et Cie, sur la route de Lenoncourt. La vallée de la Pissote, que l'on remonte, offre une coupe intéressante pour l'étude du contact du Trias supérieur et du Jurassique (voir fig. 1 ci-contre). Les marnes irisées se terminent à mi-côte; le sel est à 150 mètres environ de profondeur, et au-dessus de lui on ne trouve que des marnes et calcaires dolomitiques.

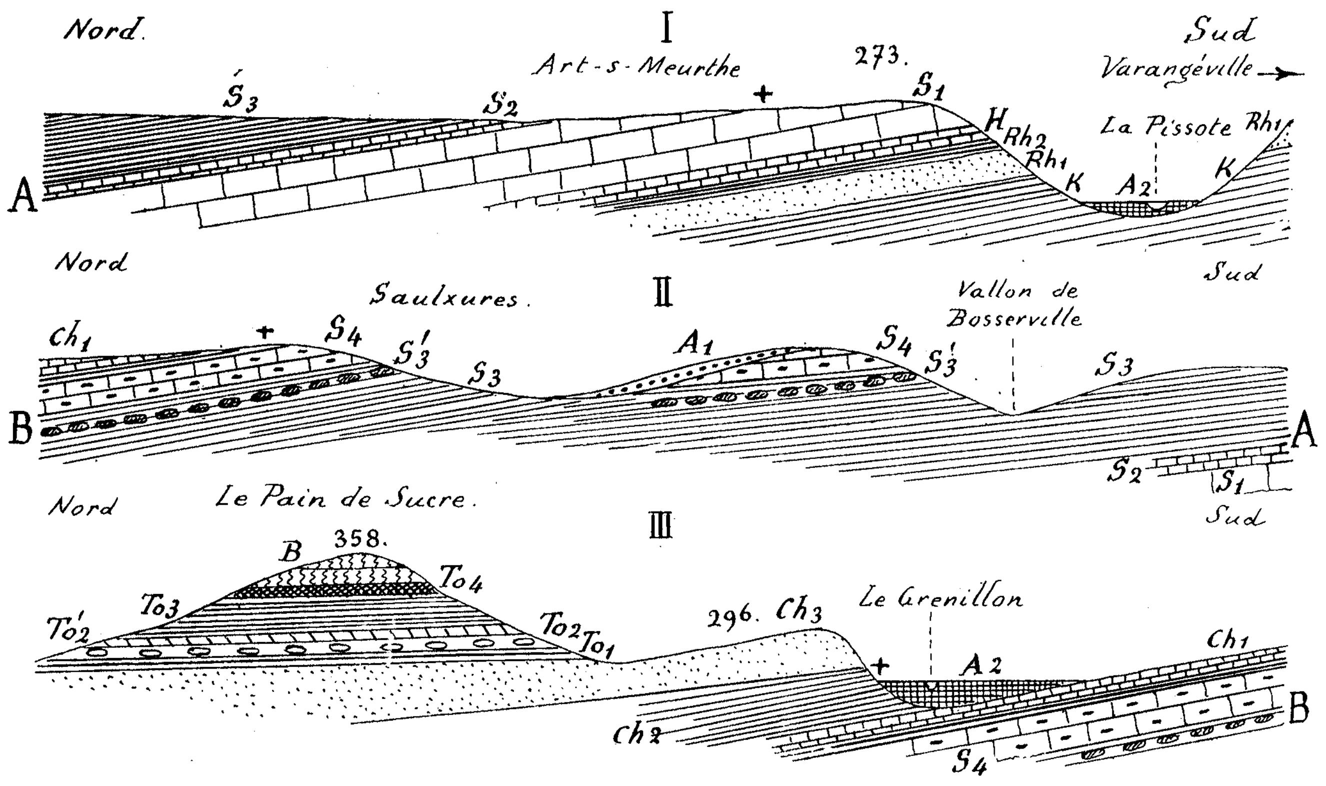
Rhétien. — Très nettement bariolées de rose et de vert à leur partie supérieure, les marnes sont recouvertes par des bancs gréseux jaunes du Rhétien, à fausses stratifications, avec quelques lits de galets : c'est dans cette partie inférieure que l'on peut quelquefois recueillir des empreintes, mal conservées malheureusement, de végétaux.

Au-dessus, les galets deviennent plus abondants au point de former un véritable poudingue friable, renfermant, avec des lydiennes et des quartzites, des débris d'ossements, dents de poissons, etc. Plus haut, des bancs plus gréseux, très consistants, renferment des empreintes de bivalves, quelquefois de grande taille; c'est sans doute à ce niveau que M. Bleicher a trouvé à Flavigny, à 15 kilomètres environ, *Avicula contorta*, Portl. De là, la Société se dirige vers Art-sur-Meurthe, en admirant la belle tranchée pratiquée dans les marnes irisées pour le passage de la route.

Le Rhétien comprend à sa partie supérieure une assise d'argile rouge, à laquelle on a donné le nom de l'ingénieur des mines Levallois, qui le premier a attiré l'attention sur elle. Par suite d'un phénomène de récurrence assez curieux, ces argiles sont colorées en rouge vif, ce qui

FIG. 1. — **COUPE D'ENSEMBLE**

MONTRANT LA SUCCESSION DES DÉPOTS LIASIQUES ENTRE VARANGÉVILLE ET LE PAIN-DE-SUCRE.



COUPE D'ENSEMBLE

formant trois sections contiguës, s'étendant du Nord-Nord-Ouest au Sud-Sud-Est

MONTRANT LA SUCCESSION DES DÉPOTS LIASIQUES

TOARCIENS, CHARMOUTHIENS ET SINÉMURIENS

REPOSANT SUR L'INFRALIAS ET LE TRIAS SUPÉRIEUR

DANS LA RÉGION DE L'EST ET DU SUD-EST DE NANCY
entre Varangeville et les hauteurs du « Pain-de-Sucre ».

Légende détaillée de la coupe ci-contre :

A_2 Alluvions récentes (1).
A_1 Dépôts quaternaires.
B Bajocien (Dogger inférieur; Oolithe inférieure).

To. Toarcien. (Lias supérieur)	To_4	Minerai de fer.
	To_3	Marnes à *Harpoceras fallaciosum.*
	To'_2	Zone à *Cœloceras crassum.*
	To_2	Zone à *Hildoceras bifrons.*
	To_1	Zone à *Harpoceras falciferum.*
Ch. Charmouthien (Lias moyen) [Liasien]	Ch_3	Grès marneux à *Amaltheus spinatus.*
	Ch_2	Marnes à *Amaltheus margaritatus.*
	Ch_1	Zone à *Deroceras Davoei.*
S. Sinémurien (Lias inférieur)	S_4	Calcaire ocreux.
	S_3	Marnes à *Aegoceras Dudressieri.*
	S_2	Zones à *Belemnites brevis.*
	S_1	Calcaire marneux d'Art-sur-Meurthe.
H, Rh_2, Rh_1 **Infralias**	H	Hettangien (Infralias supérieur).
	Rh_2	Argiles rouge de Levallois (Rhétien supérieur).
	Rh_1	Grès infraliasique (Rhétien inférieur).
K. Trias supérieur.	K	Marnes irisées supérieures (Keuper).

+ = Exploitations; carrières; tuileries, etc.

(1) Les alluvions de la *Pissote* et celles du *Grenillon* sont respectivement aux altitudes de 225 et 210 mètres.

Nota. — **Section II.** Les bancs de calcaire ocreux situés de part et d'autre de Saulxures devraient être plus sensiblement dans le prolongement l'un de l'autre.

les a fait confondre parfois avec les marnes irisées, par des géologues inexpérimentés : de là des erreurs dans les sondages. Cette assise, utile à connaître, a aussi un autre mérite : quoique peu épaisse, elle est parfaitement imperméable et forme dans l'*Infralias* un niveau d'eau constant quoique peu productif.

L'Hettangien, qui surmonte le Rhétien est facile à distinguer de ce dernier, en ce qu'il est constitué dès la base par des calcaires marneux jaunes, gris au centre et offrant une faune très riche dans les premiers niveaux ; *Schlotheimia angulata* y domine, mais, en s'élevant dans la série des couches, on voit apparaître, peu à peu, les espèces sinémuriennes; au point de vue lithologique, on assiste au même phénomène qu'au point de vue paléontologique, on passe peu à peu par une transition graduelle de l'Hettangien au Sinémurien.

Le Sinémurien est bien développé dans les carrières ouvertes à Art-sur-Meurthe pour l'exploitation du calcaire à chaux hydraulique : ces calcaires marneux très durs, bleus au centre, gris à la surface par suite de l'oxydation des particules pyriteuses, renferme en abondance *Gryphea arcuata* Lk. On y recueille également *Plagiostoma* (*Lima*) *giganteum* Sow. des *Arietites*, etc. Un des excursionnistes belges a la gracieuse attention d'offrir au laboratoire de géologie de la Faculté de Nancy, de beaux échantillons de *Plicatula*, qu'il ne possédait pas encore.

A la sortie d'Art-sur-Meurthe commence l'importante assise des marnes du Sinémurien supérieur. Au pied du Mon-Repentir, une excavation, en partie comblée, laisse voir la place où, il y a quelques années, M. Bleicher a pu découvrir dans ces marnes, vers leur base, un premier niveau à *Pseudodiadema minutum*. Plus loin, à la sortie du village de Bosserville, on passe à côté d'un gisement bien connu autrefois pour les superbes exemplaires d'*Hippopodium Guibalianum* Bayle qu'on y a recueillis : c'est la marnière de l'ancienne tuilerie; après avoir dépassé ces deux gisements, qui n'ont plus maintenant qu'un intérêt historique, on atteint le sommet de cette puissante série argilo-marneuse. C'est à la partie supérieure que l'on a le plus de chance de rencontrer des fossiles, en particulier *Aegoceras Dudressieri*, d'Orb., *Hippopodium ponderosum* Sow., *Arietites*, etc., etc. La fréquence avec laquelle on rencontre *Aegoceras Dudressieri* l'a fait prendre comme type de ces marnes appelées autrefois marnes à *Hippopodium*, et que, suivant la remarque justement faite par MM. Bleicher et Gaiffe, on doit maintenant appeler marnes à *A. Dudressieri*. Les fossiles de cette zone ne sont bien conservés que dans les nodules de la partie supérieure.

C'est au-dessus de cette zone noduleuse (voir fig. 1) que débute le

calcaire ocreux, au sujet duquel M. AUTHELIN, qui l'a étudié spécialement, me communique les détails suivants :

« Le calcaire ocreux a été rapporté, par M. Stuber, à la partie supé-
» rieure du Lias inférieur et considéré, d'après sa faune générale, comme
» l'équivalent des zones à *Oxynoticeras oxynotum* et à *Caloceras rari-*
» *costatum*.

» Depuis plusieurs années, il a été recueilli dans cette assise un
» certain nombre d'espèces dont la présence était passée inaperçue.
» Ce sont : *Oxynoticeras Oppeli*, Schloenb., *Oxynoticeras numismale*,
» Quenstedt sp., *Deroceras armatum*. Sow. sp. (plusieurs variétés),
» *Deroceras* sp. (cinq à six formes indéterminées).

» En ajoutant les espèces déjà connues, on est amené à reconnaître
» que le genre *Deroceras* joue ici un rôle beaucoup plus important
» qu'on ne l'avait cru jusqu'alors. Il est à remarquer également que les
» formes signalées appartiennent en grande partie à la zone à *Dero-*
» *ceras armatum* dont le calcaire ocreux a livré une faune assez com-
» plète. Le calcaire ocreux doit alors être considéré comme représen-
» tant non seulement les deux zones à *Oxynoticeras oxynotum* et à
» *Caloceras raricostatum*, mais encore celle à *Deroceras armatum* telle
» qu'elle a été comprise jusqu'à présent. »

C'est à une centaine de mètres du village de Saulxures que des membres de la Société ont pu observer, aux environs d'un petit chantier d'extraction du calcaire ocreux pour l'empierrement, le calcaire ocreux et la zone à *A. Dudressieri*.

CHARMOUTHIEN (Lias moyen). — Les premières couches du Charmouthien sont très difficiles à saisir dans leurs rapports avec le Sinémurien : ce n'est qu'au delà de Saulxures, sur le chemin d'Agincourt, que l'on peut observer facilement les calcaires marneux à *Deroceras Davoei*, Sow., *Lytoceras fimbriatum*, Sow., *Liparoceras Henleyi*, Sow., et dans lesquelles on rencontre aussi de très rares exemplaires de *Phylloceras Loscombi*, Sow. (1) : ces calcaires peu épais se délitent facilement et c'est dans les champs labourés que l'on peut faire les meilleures récoltes de fossiles.

Au-dessus viennent les marnes à *A. margaritatus*, Montf., assez puissantes et sur l'utilisation industrielle desquelles il sera insisté plus loin. L'heure avancée ne permet pas d'étudier des couches à *A. spinatus*, Brug. qui les surmontent et oblige les excursionnistes à renoncer à l'examen du *Toarcien*, qui devait permettre de raccorder le série par-

(1) *Authelin*, communication inédite.

courue avec les étages du Dogger vus dans la matinée sous la conduite de M. Bleicher.

M. *Authelin*, d'après ses recherches récentes, subdivise ainsi le Toarcien :

» Le Toarcien des environs de Nancy comprend les zones suivantes :
» 1° Zone à *Harpoceras falciferum* (marnes schisteuses connues sous le
» nom de schistes cartons) ; 2° Zone à *Harpoceras bifrons* (marnes avec
» nodules phosphatés à la partie supérieure) ; 3° Zone à *Grammoceras*
» *fallaciosum* (1) (marnes avec ou sans nodules). Les formes du groupe
» de *G. fallaciosum* sont surtout communes dans la partie moyenne ;
» 4° Zone à *Dumortieria radiosa* et *Grammoceras Aalense* (minerai de
» fer et ses équivalents latéraux).

» Les zones à *H. opalinum* et *H. Murchisonae* font défaut et les der-
» nières assises liasiques sont recouvertes par la zone à *L. concavum*
» avec une faune très riche. » (*Note communiquée par M. Authelin.*)

Au moment de reprendre la route de Nancy, M. *Nicklès* attire l'attention de la Société sur les relations remarquables de la topographie et de la nature du sol et donne quelques indications sommaires sur les rares accidents, failles et plis qui parcourent la région.

L'un d'eux, le plus intéressant certainement, est le dôme de Voirincourt (voir fig. 2), que l'on aperçoit à quelques kilomètres, barrant transversalement la vallée où se trouve Pulnoy.

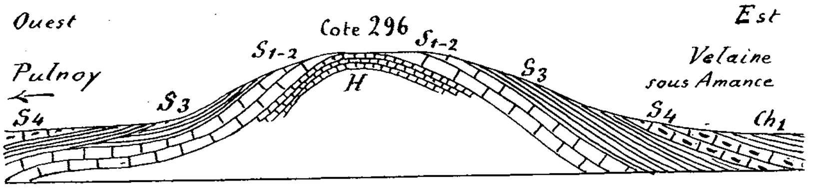


Fig. 2. — Coupe du dôme de Voirincourt.
Pour l'explication des lettres, voir la légende détaillée de la page 109.
Nota. - Les hachures couvrant S3 doivent être considérées comme toutes parallèles.

Lorsqu'on se dirige de l'ouest à l'est, on voit des couches de plus en plus anciennes apparaître à mesure qu'on s'élève : le même phénomène se produit, en sens inverse, avec plongement vers l'est, lorsqu'on

(1) M. le professeur *Benecke*, dans un travail récent publié à la fin de l'année 1898, vient de signaler la présence de *Grammoceras fallaciosum* au nord de la Lorraine. (*Beitrag zur Kenntniss des Jura in Deutsch-Lothringen.* Strasbourg, 1898.) — (*Note ajoutée pendant l'impression.*)

continue à se diriger à l'est après avoir dépassé la cote 296 (sud de Voirincourt). La coupe prise du nord au sud est presque identique, avec pendage plus brusque peut-être vers Cercueil : il y a là un dôme anticlinal, à pentes faibles il est vrai, présentant un plongement périphérique, et dont le sommet paraît situé aux environs de la cote 296, où affleure l'Hettangien à *Schl. angulata*, alors que, sur le pourtour, le Lias moyen à *D. Davoei* ne dépasse pas une altitude de 225 à 235 mètres (Laneuvelotte et Velaine sous Amance).

Quant aux relations entre le relief et la constitution géologique du sol, elles peuvent se résumer comme suit pour les parties non ridées, ce qui est le cas le plus fréquent aux environs de Nancy :

Le fait de l'alternance de masses calcaires et de masses marneuses explique d'une manière générale, par la différence dans l'angle du talus d'éboulement, l'existence de plusieurs plates-formes.

Ces plates-formes, constituées par les calcaires, et facilement reconnaissables sur le terrain et même sur les cartes, sont au nombre de trois. Elles sont formées par :

1° Les calcaires à chaux hydraulique (zone à *Schl. angulata* et à *A. bisulcatus*) [Hettangien et Sinémurien inférieur]. Cette première plate-forme, très développée, s'étend de la région de Vezelise au Vermois, se continue de l'autre côté de la Meurthe, au-dessus de Varangéville, Dombasle, Einville, jusqu'aux environs de Moncel, et se prolonge de l'autre côté de la frontière;

2° Les calcaires marno-sableux micacés, ou grès médioliasiques à *A. spinatus* (Charmouthien supérieur). Celle-ci est moins développée que les deux autres; cependant, elle est facile à observer dans la région de Nancy, près de Ludres et au Pain-de-Sucre, près d'Essey;

3° Les calcaires bajociens constituent plus qu'une plate-forme : ils comprennent une série de vastes plateaux sur lesquels viennent progressivement reposer le Bathonien et le Callovien, sans pour ainsi dire en modifier la surface. Cette région s'étend à l'est et à l'ouest de la Moselle, depuis les escarpements d'Amance jusqu'aux cotes de la Meuse.

Les diverses zones parcourues présentent un assez grand nombre d'applications industrielles ou même pratiques qu'il peut y avoir quelque intérêt à rappeler :

Passant rapidement sur les gîtes salifères des marnes irisées du Trias, dont l'exploitation industrielle est si développée en Lorraine, on trouve, à la base du grès rhétien, un premier niveau aquifère, dû à la perméabilité du grès infraliasique et à l'imperméabilité de son substratum, les marnes irisées.

Ce niveau aquifère est malheureusement peu important, en raison de la faible surface des affleurements rhétiens et de la quantité d'eau restreinte que les pluies lui apportent.

Au-dessus des marnes rouges de Levallois, qui surmontent le grès infraliasique, se trouve un autre niveau aquifère fournissant des sources peu importantes, mais assez constantes : ce niveau mérite donc une mention spéciale.

SINÉMURIEN. — Les calcaires marneux d'Art-sur-Meurthe à *Gryphea arcuata* Lk. sont, dans tout le département, l'objet d'exploitations actives pour la fabrication de la chaux hydraulique : non seulement à Art-sur-Meurthe, Haraucourt, etc., mais aussi aux importants fours à chaux de Xeuilley. Ces calcaires, en raison de leur grande dureté, sont aussi exploités, ainsi que ceux de l'Hettangien à *Schl. angulata*, comme matériaux d'empierrement dans les régions peu propices par leur situation au développement de l'industrie : les parties marneuses de ces calcaires fournissent naturellement un liant qui rend cet empierrement très satisfaisant sur les chemins vicinaux.

Les marnes à *A. Dudressieri* sont propres à la fabrication des tuiles, bien que les tuileries de ce niveau soient actuellement abandonnées.

Le calcaire ocreux n'est bon qu'à l'empierrement des routes; en raison de la proportion considérable de pyrite de fer qu'il renferme, il donne naissance, en s'oxydant, à du sulfate de fer qui, en attaquant le carbonate de chaux, donne du sulfate de chaux et de l'oxyde de fer; cet oxyde de fer forme un liant qui permet à une route empierrée à l'automne d'être en excellent état au printemps; toutefois, si le résultat est plus rapidement acquis pour le calcaire ocreux que pour les matériaux du Sinémurien inférieur et de l'Hettangien, le calcaire ocreux paraît résister un peu moins longtemps que les autres matériaux, par suite sans doute de la facilité même avec laquelle il s'oxyde.

Fissuré généralement, compris entre deux masses imperméables, le calcaire ocreux a aussi un autre mérite : celui de fournir un niveau d'eau dans les grandes plaines liasiques, généralement dépourvues de sources.

Le *Charmouthien* ne présente guère qu'une utilisation industrielle : l'exploitation des marnes de la zone à *A. margaritatus* pour la fabrication des tuiles. La plupart des anciennes tuileries, celle d'Essey les-Nancy notamment, ont dû abandonner le travail en raison de leur situation industrielle désavantageuse ; à ce niveau cependant, il convient de noter l'importante tuilerie de Jeandelincourt.

La fabrication des tuiles est aussi la principale industrie du Toarcien,

dont les phosphates, d'épaisseur trop réduite, ne peuvent être exploités. A Villers les-Nancy, à Champigneulles, les tuileries sont à divers niveaux du Lias supérieur, que couronne le minerai de fer à l'exploitation duquel on doit la richesse métallurgique de Meurthe-et-Moselle, qui trouve encore un important profit dans les matériaux de construction et la castine du Bajocien et du Bathonien.

Le Bajocien inférieur a cependant l'inconvénient d'inonder quelquefois les mines par l'important niveau aquifère qui se trouve à sa base; mais ce léger inconvénient est largement compensé par l'abondance et la qualité de ses eaux, qui lui valent un intérêt hydrologique de premier ordre, bien mérité d'ailleurs. Ces eaux alimentent non seulement Nancy, mais nombre de villages situés à flanc de coteau, sur le Lias supérieur, jouant ainsi, dans la région, un rôle des plus importants au point de vue de l'hydrologie et de l'hygiène publique.

Quatrième journée. — Jeudi 18 août 1898.

Compte rendu, par M. BLEICHER, de l'excursion à Pont-à-Mousson et de la visite aux usines métallurgiques.

Départ pour Pont-à-Mousson par un train du matin. Visite en détail des hauts fourneaux, dont MM. *Rogé* et *Cavallier* font les honneurs à la Société. Après cette visite, au cours de laquelle une photographie a été prise du groupe des congressistes, un banquet somptueux les a tous réunis dans un pavillon pavoisé aux couleurs belges et françaises. On pouvait y admirer, à côté d'une ornementation de fleurs et de verdure très réussie et comme contraste, le groupe de colossales conduites ayant figuré à Bruxelles, où il a mérité le grand prix.

Une chaleur torride aidant (1), la journée a été ainsi finie pour beaucoup de membres de la Société. Ajoutons cependant, à la louange de certains d'entre eux, qu'un groupe s'est formé pour aller affronter les pentes ensoleillées de la montagne de Mousson.

C'était à la fois la géologie, la géographie physique et l'archéologie

(1) Les chaleurs extraordinaires, et tout à fait anormales, qui ont régné pendant la durée des excursions de la Société, ont dû faire abandonner l'exécution de plusieurs points inscrits au programme. Il eut d'ailleurs été dangereux de persister certains jours, comme pendant cette journée du 18 août, qui constitue une date marquante dans les fastes météorologiques d'une partie de l'Europe.

qui les attiraient. Le sommet de Mousson, avec son singulier profil, se voit de très loin dans la vallée de la Moselle, et comme tel a dû fixer depuis longtemps l'attention de l'homme. Aussi a-t-il été occupé dès les temps les plus anciens, et aujourd'hui encore les ruines du village fortifié de Mousson, avec sa chapelle castrale et son bénitier ancien sont-ils bien connus des archéologues. La silhouette un peu grêle de la statue de Jeanne d'Arc de la duchesse d'Uzès, qui domine la colline, lui donne également un cachet particulier, et nos géologues n'ont pas oublié que le soubassement de la colline est du *Toarcien* assez fossilifère, marneux, qui contraste par sa forme conique étalée avec le chapeau abrupt de Bajocien ferrugineux et calcaire dont il est coiffé.

Au retour à Nancy, une réception dans les beaux salons Louis XV de l'hôtel de ville nous attendait. M. le maire *Maringer* nous souhaita cordialement la bienvenue, et M. le préfet *Stehelin,* qui s'y était également rendu, se joignit à lui pour nous faire honneur. BLEICHER.

ANNEXE.

L'intérêt que présente la question du gisement des minerais de fer dans la région qui vient d'être visitée par la Société ayant engagé quelques excursionnistes à demander à M. *Villain,* l'ingénieur des mines de Nancy, qui fut l'un de nos aimables conducteurs, une note relative à ce sujet, M. Villain a bien voulu adresser à la Société, comme annexe au compte rendu de la course du jeudi 18 août, pendant laquelle ont été visités les hauts fourneaux et fonderies de Pont-à-Mousson, la communication ci-dessous :

Note sur le gisement de minerai de fer du département de Meurthe-et-Moselle, par M. VILLAIN, ingénieur au Corps des Mines, à Nancy.

Situation du gisement. — Le gisement de minerai de fer, qui fait la richesse industrielle de la Lorraine, occupe la partie méridionale du Grand-Duché de Luxembourg, la partie occidentale de la Lorraine allemande et une partie du département de Meurthe-et-Moselle. Une légère pointe de la partie nord-ouest du gisement pénètre en Belgique, sur les localités de Musson et d'Halanzy. Des recherches toutes récentes ont enfin démontré que les couches profondes du bassin de Briey se

continuent vers l'ouest, un peu au delà de la limite du département de la Meuse, jusqu'à la localité de Dommary-Baroncourt.

La formation ferrugineuse est située, au point de vue géologique, à la partie supérieure du Lias. Elle affleure en différents points du département de Meurthe-et-Moselle dans des vallées d'érosions découpées dans les assises du Bajocien et du Lias.

C'est naturellement par ces affleurements que l'exploitation des minerais a commencé. Dans le nord du département, les couches sont exploitées à flanc de coteau dans les vallées : 1° du Coulmy; 2° de la Chiers; 3° de la Côte-Rouge; 4° de la Moulaine, et 5° de l'Alzette.

Dans le sud, les exploitations sont localisées, aux environs de Nancy, dans les vallées : 1° de la Moselle; 2° de la Meurthe; 3° de l'Amezule; 4° de la Mauchère.

On peut encore citer, au centre du bassin, les affleurements de la vallée du Conroy sur la frontière franco-allemande, mais ils n'ont pas encore été exploités jusqu'ici d'une façon sérieuse.

Extension de la formation en Lorraine et dans le Grand-Duché de Luxembourg. — En Lorraine allemande, le gisement se termine du côté de l'est aux coteaux de rive gauche de la Moselle, qui s'alignent suivant une direction sensiblement nord-sud.

Du côté du nord, l'extrémité de la région minière peut être délimitée sensiblement par une ligne sud-est-nord-ouest, allant de Dudelange à Pétange, dans le Grand-Duché de Luxembourg.

Divisions principales du gisement, en France. — La partie nord du gisement est connue, en France, sous le nom de bassin de Briey; et la partie sud, sous le nom de bassin de Nancy. Ce dernier ne comprend que des mines exploitées à flanc de coteaux.

Dans le bassin de Briey on trouve, au contraire, trois sortes d'exploitations :

1° A ciel ouvert (minières);

2° Par galeries à flancs de coteaux;

3° Par puits.

Les minières à ciel ouvert sont concentrées surtout dans la région d'Hussigny-Villerupt. Les exploitations par puits ne sont encore qu'à leur début; elles sont au nombre de deux et se trouvent à Jœuf et à Homécourt, dans la vallée de l'Orne. Deux autres mines s'installent en ce moment dans cette même vallée, savoir : la mine d'Auboué, où la

Société de Pont-à-Mousson poursuit le fonçage d'un siège d'extraction par le procédé Poetsch (congélation des terrains), et la mine de Moutiers. Dans ces quatre mines, la profondeur des travaux reste comprise entre 75 et 120 mètres; mais au fur et à mesure qu'on s'avance vers l'ouest, la profondeur augmentera, le pendage du gîte se faisant vers le centre de la cuvette parisienne. C'est ainsi que les couches de minerai se trouvent à 250 mètres environ de profondeur aux environs de Baroncourt.

Niveaux d'eau. — Sauf dans quelques minières de la région d'Hussigny et du Luxembourg, où le minerai affleure sur d'assez larges étendues, les couches ferrugineuses sont toujours recouvertes par le Bajocien, seul ou surmonté du Bathonien.

Dans la partie du bassin de Briey, où l'exploitation par puits ne pourra être évitée, on aura presque toujours ces deux étages à traverser avant d'atteindre le minerai. Les niveaux d'eau qu'ils contiennent ont pu effrayer justement, au début, les concessionnaires de mines par les difficultés de fonçage et les frais d'exhaure qu'ils entraîneront; il est par suite intéressant, à ce titre, de dire un mot du régime des eaux. Dans la région exploitable, le Bathonien supérieur forme plutôt des lambeaux isolés qu'un étage bien continu. Aussi ne joue-t-il qu'un rôle peu important dans la distribution des nappes d'eau. Le Bathonien moyen, au contraire, recouvre une grande partie de la surface concédée. Sa base est constituée par une puissante assise argileuse (marnes du Jarnisy) qui retient les eaux dans les calcaires à *Anabacia* de la partie supérieure. Il existe donc dans cet horizon un premier niveau d'eau important. De même les marnes micacées, qui constituent à la base du Bajocien le toit de la formation ferrugineuse, retiennent dans le « calcaire à entroques » les eaux qui y ont pénétré soit par les affleurements, soit par des cassures. Il existe, par suite, une seconde nappe à ce niveau (nappe infrabajocienne). Enfin, la formation ferrugineuse repose elle-même sur les marnes supraliasiques, qui forcent les eaux venant de la partie supérieure à s'accumuler dans le sein des couches de l'étage ferrugineux.

Toute l'épaisseur de cet étage est fréquemment envahie par l'eau, et parfois, la pente des couches aidant, celle-ci s'y trouve en pression et prend le caractère artésien.

C'est ce qui explique qu'un certain nombre de sondages d'exploration aient été jaillissants; quelques-uns d'entre eux, qui remontent à une quinzaine d'années, débitent encore de l'eau, en grande quantité, à l'heure actuelle.

Action des eaux sur les minerais. — Le rôle des eaux dans la région minière ne doit pas être envisagé seulement au point de vue de l'exploitation des couches, mais aussi au point de vue des modifications qu'elles ont apportées dans la composition des minerais.

La partie inférieure de la formation ferrugineuse étant, comme nous venons de le dire, presque partout sous l'eau, a subi, dans les parties perméables, son action dissolvante, qui a enlevé notamment du carbonate de chaux. Les oolithes ferrugineuses privées de ce ciment ont perdu en partie leur cohésion. Or, la friabilité des minerais et leur faible teneur en chaux sont deux inconvénients graves pour le traitement métallurgique. Les couches inférieures, qui se trouvent dans ce cas et qui ne tiennent que de 1 à 4 °/₀ de chaux (au lieu de 10 à 12 °/₀ dans les bons minerais), sont donc, en général, assez peu appréciées. Comme elles sont cependant assez riches en fer, on a néanmoins intérêt à les exploiter quelquefois pour les mélanger avec des minerais pauvres et très calcaires; mais leur nature pulvérulente s'oppose, dans tous les cas, à leur admission dans les lits de fusion des hauts fourneaux au delà d'une certaine proportion qui ne dépasse pas, en général, dans le département, 15 à 20 °/₀.

Un effet inverse à celui que nous venons de décrire se remarque quelquefois aux affleurements des couches très fissurées. Des eaux chargées de bicarbonate de chaux affluant dans ces couches, pénètrent dans les plus petites fissures et y déposent leur calcaire; le minerai est alors durci; les gens du métier disent qu'il est « brasé ». Ce phénomène, qui se produit encore de nos jours, n'intéresse qu'une bande très étroite des affleurements, et ses effets sont pour ainsi dire négligeables au point de vue du maître de forges. Mais il en est un autre plus important, et qu'il paraît rationnel de faire remonter à l'époque où les courants d'érosion creusaient les thalwegs des vallées dans l'étage ferrugineux lui-même. Ces courants, qui inondaient latéralement les couches de minerai fissurées, y ont produit, surtout par voie d'oxydation, une certaine transformation de la roche ferrugineuse. Cette modification a eu pour effet d'amener à l'état de peroxyde presque tout le fer contenu dans les couches. La couleur du minerai est devenue ocreuse, au lieu de brunâtre qu'elle était primitivement; en même temps une faible proportion de chaux a été enlevée et comme résultat final la teneur en fer s'est trouvée augmentée et la dureté diminuée. Les maîtres de forges s'accordent à reconnaître que ce minerai fond mieux au fourneau que le minerai compact et non altéré. Mais cet enrichissement, à la vérité, ne s'est fait sentir que dans une zone peu étendue. L'exploitation des

mines a constamment démontré que les minerais ocreux ne formaient, sur les flancs des vallées, qu'une bande parallèle à la direction des anciens courants d'érosions.

Variation de richesse constatée dans les couches. — Un autre fait général, et non moins contrôlé que le précédent, est celui de la variation de puissance des couches. Au fur et à mesure qu'on s'éloigne des vallées pour pénétrer plus profondément sous les plateaux, la richesse en fer et la puissance du gisement diminuent. Si l'on jette un coup d'œil sur une carte figurant les mines du bassin de Nancy, par exemple, on remarque que toutes les concessions sont en bordure des vallées; les recherches qui ont été faites pour l'extension des concessions sous les plateaux n'ont rencontré, la plupart du temps, que des couches inexploitables ou même complètement stériles. Dans la partie centrale et la partie méridionale du bassin de Briey, où le gisement n'a pas été mis à jour par les vallées, le phénomène change d'aspect, mais il subsiste si l'on considère les relations des couches, non plus avec les vallées, mais avec les failles.

Relations des couches de minerai avec les failles. — Ainsi le gisement de l'Orne s'allonge comme la faille qui a donné naissance à la vallée du même nom. A une certaine distance au sud de cette faille, la formation s'appauvrit graduellement et devient complètement inexploitable à hauteur de Saint-Marcel et de Mars-la-Tour. Vers l'est, les couches riches se poursuivent jusqu'à la rencontre de la vallée de l'Orne avec celle de la Moselle, près de Rombas. A l'ouest, au contraire, elles se terminent en pointe, un peu au delà de Conflans, où la faille disparaît sur les limites de la plaine de la Woëvre.

Au nord de la faille de l'Orne, on connaît celles d'Avril, de Fontoy, d'Audun-le-Roman et d'Audun-le-Tiche, pour ne citer que les principales. Chacune de ces failles joue un rôle très net dans la répartition de la richesse du bassin. La dernière campagne de recherches, exécutée de 1895 à 1899 dans la région de Baroncourt-Landres, a fait découvrir une dernière faille, dite de Bouvillers, qui semble, seule, pouvoir fournir l'explication du prolongement occidental du gisement.

Explication de la genèse des minerais. — De l'ensemble des faits connus jusqu'à ce jour, nous croyons que la formation des minerais peut s'expliquer de la manière suivante :

A la fin de l'époque liasique, la mer qui couvrait le bassin parisien

formait dans la direction du nord-est un grand golfe, dont le rivage se trouvait non loin de l'emplacement actuel d'Arlon, Luxembourg, Sierck, Château-Salins, Lunéville et Mirecourt. Lorsque les dépôts du Lias supérieur ou *Toarcien* se terminaient, l'écorce terrestre fut soumise, dans la région dont ce golfe faisait partie, à des mouvements qui engendrèrent, en même temps que des plissements, des cassures, des failles, par lesquelles des émissions de sources thermales ne tardèrent pas à s'effectuer. C'est par ces sources, jaillissant dans le fond de la mer, que l'élément ferrugineux aurait été apporté dans les sédiments. Suivant les points d'émergence, et suivant les courants sous-marins qui régnaient dans le golfe, on conçoit que le dépôt du fer se soit effectué d'une manière fort variable d'un point à un autre. L'étude de la topographie souterraine de la formation dans la partie du bassin de Briey récemment explorée, démontre que les zones riches du gisement sont situées dans le voisinage et en aval de certaines failles que nous avons proposé d'appeler *failles nourricières*. Il est probable que l'oxyde de fer, qui se précipitait continuellement dans le sein des eaux, formait une espèce de cône de déjection en descendant sur les pentes du fond de la mer. Les cônes de déjection de plusieurs sources ont pu se rencontrer et se pénétrer d'autant plus facilement que les mouvements des flots et les courants contribuaient à entraîner l'élément ferrugineux au loin des points de jaillissement. Dans le bassin de Landres-Baroncourt, on a pu retrouver très nettement le cône de déjection formé par les sources qui devaient exister non loin de Landres. Dans ce dépôt, le minerai de fer est très régulier et très peu mélangé de sédiments pauvres; au contraire, de part et d'autre de cette coulée principale, les couches deviennent de moins en moins riches, la minéralisation se dispersant de plus en plus, tandis que la sédimentation ordinaire, de nature siliceuse ou calcaire, reprenait le dessus.

La théorie des failles nourricières permet d'expliquer pourquoi dans le bassin de Nancy les couches de minerai se trouvent localisées sur les flancs des vallées et vont généralement en diminuant de puissance et de richesse quand on s'éloigne des affleurements; cela tient à ce que les vallées actuelles n'ont fait que suivre la direction de failles qui avaient été nourricières autrefois. L'érosion a détruit les parties les plus riches du dépôt, et les lambeaux de couches plus ou moins étendus qui subsistent encore actuellement sous les coteaux sont d'autant moins riches qu'ils s'écartent davantage de l'axe de la vallée, c'est-à-dire de l'ancienne faille nourricière.

Formation du relief de la région ferrifère. — Les auteurs qui ont décrit le gisement de la Lorraine ont tous admis jusqu'ici que les failles qui le découpent étaient postérieures à sa formation. Il est incontestable, en effet, qu'un grand nombre d'entre elles ont déterminé des dérangements dans les couches de minerais bien longtemps après le dépôt primitif, puisque les morts terrains qui les recouvrent sont disloqués; mais il n'est pas exact d'en conclure qu'il n'y a pas eu de failles à la fin de l'époque toarcienne. Il est bien plus naturel, au contraire, de supposer que les mouvements du sol, postérieurs au dépôt du minerai oolithique, qui ont contribué à donner à la surface son relief actuel, se sont effectués, par voie de récurrence, suivant des cassures préexistantes qui déterminaient des lignes de moindre résistance dans l'écorce terrestre.

Minerais d'âge tertiaire. — A quelle époque a eu lieu cette seconde série de mouvements ? Les considérations suivantes permettent de penser que c'est pendant la période tertiaire.

Dans le nord du gisement lorrain, on trouve, en effet, des minerais dits de « fer fort » d'âge tertiaire (probablement éocènes) qui occupent la partie supérieure des plateaux bajociens ou bathoniens. Les couches tertiaires au milieu desquelles ils étaient primitivement déposés, ont été complètement détruites par des érosions postérieures, et le minerai, lourd et insoluble, s'est déposé *per descensum* sensiblement à l'aplomb de ses anciens gisements : or, les emplacements des dépôts actuels offrent des relations de voisinage très frappantes avec ceux du gisement oolithique. Ainsi l'amas le plus considérable de fer fort connu en Lorraine est celui d'Aumetz, voisin de la grande faille d'Audun-le-Tiche, qui détermine un rejet de plus de 100 mètres vers l'est. Il est superposé à une formation de minerai oolithique très puissante, située comme lui à l'est de la faille, c'est-à-dire du côté rejeté. A l'ouest de la même faille, les minerais oolithiques sont beaucoup moins riches, et les minerais de fer fort font défaut. Ce fait n'est pas isolé ; on remarque, en effet, très fréquemment que c'est du côté où s'est fait le rejet des couches que se manifeste le maximum de richesse des dépôts.

La répétition du même phénomène aux époques toarciennes et éocènes semble bien indiquer que le même processus doit être mis en cause. A l'époque toarcienne, les failles nourricières n'ont probablement déterminé que de faibles rejets dans les assises marneuses, et par conséquent plastiques, du Lias et du Keuper sous-jacent; mais, con-

formément à la loi bien connue de l'intensité des mouvements orogéniques qui va croissant comme l'épaisseur de l'écorce, les effets dynamiques tertiaires auraient été plus énergiques que ceux de l'époque toarcienne ; de là les dénivellations importantes qu'on constate dans les terrains recouvrant la formation ferrugineuse. Cette deuxième série de mouvements a pu engendrer de nouvelles failles, mais il y a lieu de croire aussi que les anciennes ont joué de nouveau; plusieurs ont pu amener au jour les émissions de fer fort. Ainsi s'expliquerait, par exemple, la superposition de minerais d'âges différents à l'est de la faille d'Audun-le-Tiche et les rejets considérables de cette faille ainsi que ceux des failles de Fontoy, Avril, Bonvillers, etc.

Ce sont ces rejets qui ont commencé à dessiner les grandes lignes du relief actuel du bassin de Briey que M. Daubrée avait jugé assez caractéristique, il y a déjà près de quarante ans, pour en faire mention dans son *Traité de Géologie expérimentale* à propos du rôle des lithoclases dans la formation des vallées.

Consistance physique et chimique des minerais. — Il est assez difficile de dire à quel état le fer est venu au jour. En ce qui concerne les minerais oolithiques, il est probable qu'ils ont dû être apportés par les sources à l'état de carbonate dissous dans un excès d'acide carbonique. Le carbonate de fer, arrivant au contact de l'eau de mer, se serait décomposé en très grande partie en oxyde de fer, qui aurait été entraîné dans le fond de la mer suivant les pentes ou les courants plus ou moins favorables.

Au cours du dépôt qui s'est effectué ensuite, l'oxyde de fer se serait séparé de la masse sédimentaire à l'état d'oolithe. Les oolithes se sont formées généralement par concentration autour d'une matière ténue, parfois discernable au microscope. M. le professeur Bleicher y a reconnu très souvent des débris de test de coquilles. Dans les échantillons les plus nets, les oolithes sont noyés dans un ciment coloré en vert par de la chlorite; ce ciment est beaucoup moins riche que les oolithes. Ces dernières sont de couleur bronzée, aplaties, régulières et petites; leur dimension ne dépasse pas, le plus souvent, un quart ou un demi-millimètre. Dans les couches pauvres, les oolithes sont au contraire brunes, irrégulières, anguleuses et grosses. Il semble que dans les zones riches la concentration oolithique s'est faite rapidement par suite de l'abondance et de la rapidité du flux ferrugineux, tandis qu'elle a eu lieu avec lenteur dans les points éloignés des centres d'émission, où il n'arrivait, dans le même temps, que peu de fer;

d'où possibilité d'accroissement progressif des mêmes grains de minerais.

Dans les parties très riches du gisement, les fossiles semblent faire défaut complètement dans les couches de minerai. Par contre, au toit de ces mêmes couches, il existe des bancs entièrement pétris de coquillages qui semblent indiquer que de nombreuses colonies de mollusques sont revenues habiter cette partie de la mer, dès que les sources ferrugineuses cessaient leur action et que la sédimentation normale reprenait son cours.

Les sources ont subi de grandes variations dans leur régime avant de tarir complètement. Leurs phases d'activité maxima correspondent aux dépôts des couches les plus riches.

La dernière période de la formation ferrugineuse ayant été marquée par un ralentissement très sensible des émissions ferrugineuses, on observe, d'une facon presque constante, que la partie supérieure des calcaires ferrugineux, occupant le toit de la formation, est remplie de test de mollusques, souvent sur plusieurs mètres d'épaisseur. Ces calcaires sont par cela même pauvres en fer; leur teneur ne dépasse pas, la plupart du temps, 20 °/₀, et ils sont délaissés même dans les exploitations à ciel ouvert. Les minerais les plus riches qui aient été rencontrés jusqu'à ce jour, dans le gisement de la Lorraine, sont ceux de la couche, dite grise, qui occupent la partie moyenne de la formation. Certains échantillons contiennent jusque 45 °/₀ de fer; mais, en général, la teneur moyenne de la couche, dans les parties riches, se rapproche plus de 40 que de 45. Lorsqu'elle est mélangée de rognons calcaires, la teneur descend même à 35.

Il a été fait de très nombreuses analyses des minerais du bassin de Briey dans ces dernières années. La suivante correspond à la qualité que les maîtres de forges semblent rechercher le plus :

Peroxyde de fer	47	fer métallique, 42.
Protoxyde de fer	12	
Chaux	9	
Silice	6	
Alumine	6	
Acide phosphorique	2	
Perte au feu	17	

Cette analyse démontre que, si le carbonate de fer existe dans le minerai, il ne peut y être qu'en faible quantité et en proportion

comparable, en tous cas, à celle qui peut se trouver dans les minerais superficiels.

Dans ces conditions, il est bien difficile d'admettre que le minerai de fer du gisement lorrain s'est formé par voie d'épigénie et que l'oxyde superficiel se continue en profondeur, comme on l'a dit souvent, par des couches de carbonate.

Puissance de la formation. — La formation ferrugineuse est délimitée, à la base, par les marnes vertes gréseuses avec pyrites de fer, et, à la partie supérieure, par les marnes micacées. Elle présente des épaisseurs très variables, depuis quelques mètres jusqu'à 55 mètres. Cette dernière puissance se rencontre entre Audun-le-Roman et Fontoy, où l'on a trouvé la coupe suivante :

	Épaisseurs	
Calcaires peu ferrugineux	$17^{m}44$	
Couche de minerai rougeâtre	0,56	(pauvre)
Calcaire gris ferrugineux	4,24	
Couche de minerai rouge	2,50	(passable)
Calcaire et marne ferrifères	1,90	
Couche de mine rouge friable	0,66	(bon)
Mine grise calcaire	5,65	
Couche de minerai gris	2,70	(très bon)
Marnes verdâtres et calcaires	13,30	
Mine brune et verte, friable	4,20	(assez bon)
Total	$53^{m}15$	

Dans la partie occidentale du bassin de Briey, près de la frontière du département de la Meuse, on a trouvé la formation suivante :

	Épaisseurs	
Calcaires peu ferrugineux comprenant quelques lits de minerai rougeâtre pauvre	$17^{m}75$	
Marnes gris bleuâtre et calcaires avec banc très coquillier à la base	4,58	
Couche de minerai gris	6,42	(très bon)
Calcaires et marnes peu ferrugineux	7,45	
Couche de minerai brun	0,40	(pauvre)
Marnes verdâtres avec rognons calcaires et pyrites de fer	5,05	
Couche verte	0,65	(pauvre)
Total	$42^{m}30$	

En outre des couches de minerais citées dans les deux coupes précédentes, il existe quelquefois, au toit de la couche grise, un banc de couleur ocreuse, qu'on appelle couche jaune; de sorte qu'en résumé la coupe théorique de la formation ferrugineuse dans le bassin de Briey peut s'établir ainsi qu'il suit :

Sous-étage supérieur	Calcaires ferrugineux	8 à 18m
	Mine rouge	2 à 5m
	Marnes grises et calcaires peu ferrugineux	4 à 8m
Sous-étage moyen	Couche jaune	1 à 5m
	Marnes stériles	0 à 4m
	Couche grise	2 à 8m
	Marnes verdâtres	6 à 13m
Sous-étage inférieur	Couche brune ou noire	0 à 5m
	Marnes verdâtres avec pyrites	1 à 5m
	Couche verte pyriteuse	0 à 3m

Couches exploitées. — Dans le groupe de Longwy et dans le Luxembourg, c'est surtout l'étage supérieur qui est exploité; on extrait aussi les minerais de la couche grise en quelques points, mais ils sont moins bons que ceux de la couche rouge.

Dans le bassin de Briey proprement dit, l'étage supérieur est inutilisable; l'étage moyen y présente, au contraire, un développement remarquable. Exceptionnellement, dans quelques endroits, la couche noire de l'étage inférieur pourrait contenir des minerais utilisables comme appoint.

Suivant les localités, la puissance totale des minerais utilisables dans toute l'épaisseur de la formation varie de deux à une douzaine de mètres. Une hauteur exploitable de *quatre mètres* constitue le cas le plus ordinaire.

Dans le bassin de Nancy, ces hauteurs sont moindres. Les exploitations de deux mètres sont les plus fréquentes. La formation ferrugineuse n'a d'ailleurs, au total, qu'une dizaine de mètres, dont quatre au plus utilisables, en deux couches.

Dans la région de Pont-Saint-Vincent, la couche supérieure n'est pas exploitée; on tire parti seulement des deux autres; dans la vallée de Frouard, à Pont-à-Mousson, c'est au contraire la couche supérieure qui fait seule l'objet de travaux d'exploitation.

Renseignements statistiques. — Les concessions de mines de fer, instituées en Meurthe-et-Moselle, embrassent une superficie de 50,000 hectares environ, dont 30,000 ne peuvent être exploités que par puits.

Les mines concédées ont produit, en 1898, 3,450,000 tonnes de minerai; si l'on y ajoute la production des exploitations à ciel ouvert (minières), qui a atteint 450,000 tonnes, on trouve pour le total de l'extraction 3,900,000 tonnes.

Le département comprenait, pendant la même année, cinquante-trois hauts fourneaux en activité, qui ont produit 1,550,000 tonnes de fonte, soit 60 % de la production totale de la France.

Cinquième journée. — Vendredi 19 août 1898.

Compte rendu, par M. BLEICHER, de l'excursion à Dombasles et Einville, visite aux usines et exploitations Solvay & Cie, et à Raon-l'Étape.

La journée de vendredi, commencée par le voyage en chemin de fer de Nancy à Dombasle, a été consacrée d'abord à la visite des sondages mus par l'électricité et des usines de la Compagnie Solvay, sous la conduite de M. *Boulvin*, directeur de l'usine, et de M. *Villain*, qui donne sur la disposition des couches de sel et de gypse et des niveaux aquifères les détails les plus intéressants.

Après la visite de l'usine, un banquet magnifique est offert dans la superbe salle des fêtes. Parmi les nombreux toasts qui s'y sont succédé, signalons ceux de notre Président, qui rappelle la générosité, la munificence avec laquelle la maison Solvay a doté les instituts et laboratoires de l'Université de Nancy, de M. l'ingénieur *Villain*, dont l'humour et la parole facile ont charmé les convives.

Au dessert, une bonne nouvelle se répand parmi les géologues : M. *Cavallier*, sous-directeur de l'usine de Pont-à-Mousson, promet d'exécuter les sondages nécessaires pour éclaircir la question du Val-de-l'Ane.

A 1 heure, départ pour Einville sur le bateau à vapeur des Ponts-et-Chaussées Après la visite de la mine de sel gemme, sous la conduite de MM. *Villain* et *Lebrun*, on gagne en voiture Lunéville, où les congressistes doivent coucher pour se rendre le lendemain à Saint-Dié.

Un groupe s'était séparé à Dombasle du gros des congressistes pour visiter, à Raon-l'Étape, sous la conduite de M. *Ramu*, les belles exploitations de trapp et de granulite. On a pu y recueillir de beaux échantillons minéralogiques de roches à grenats et fer oligiste et étudier de près les termes de passage entre les roches franchement éruptives du type de la Diorite et le trapp, qui paraît n'être souvent qu'une roche sédimentaire métamorphique. BLEICHER.

ANNEXES.

L'un de nos aimables conducteurs dans la mine de sel gemme de Cinville, M. l'ingénieur *Lebrun*, a bien voulu, à la demande des excursionnistes, envoyer comme annexes au compte-rendu de l'excursion du 29 août les intéressantes notices suivantes :

Note sur le bassin salifère du département de Meurthe-et-Moselle, par M. LEBRUN, ingénieur au Corps des Mines, à Nancy.

Lorsque, comme l'ont fait en août 1898 les membres de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie, on remonte la vallée de la Meurthe, de Nancy à Dombasle, puis celle du Sanon jusqu'à Einville, on aperçoit, échelonnées le long de ce trajet, une vingtaine d'usines d'un aspect extérieur uniforme : chacune d'elles comporte, encloses dans de grands murs, un certain nombre de travées, accolées les unes aux autres, que surmontent des hottes d'où se dégagent de lourds nuages de vapeurs blanches; ce sont des *salines*, où l'on produit le sel raffiné par évaporation d'eaux saturées.

On remarque aussi quelques groupements d'une nature plus complexe, où la partie mécanique joue un rôle important, à en juger par les poulies, volants et câbles qui apparaissent au dehors, et où des récipients de forme bizarre rappellent, en plus grand, les appareils de laboratoire : ce sont des *soudières*.

Ces diverses manifestations de l'industrie salicole suffisent pour révéler au voyageur, même ignorant des choses de la géologie, qu'il a pénétré dans la région du sel.

Gisement — Le dépôt salifère lorrain appartient à l'étage des marnes irisées moyennes, d'une puissance variable de 50 à 200 mètres, à

mesure qu'on s'avance à l'est ou à l'ouest, et constitué par une masse d'argiles bariolées, plus ou moins salées et gypseuses dans leur ensemble, et renfermant, par endroits, de véritables couches de sel et de gypse; une assise gréseuse surmonte le tout. Cet étage moyen est compris entre un étage inférieur, épais de 30 à 40 mètres et formé de dolomies sableuses à la base, argileuses au sommet, et un étage supérieur comportant un banc de calcaire dolomitique (sous-étage de la Dolomie-moellon) surmonté d'une nouvelle assise d'argiles bariolées.

Nulle part on n'aperçoit les affleurements du sel : on trouve toujours, aux points où ils pourraient apparaître, au contact du Muschelkalk et du Keuper, soit les dépôts stériles des marnes irisées supérieures, soit des alluvions anciennes. C'est donc uniquement par des sondages qu'on connaît le développement du bassin salifère : plus de cent cinquante ont été forés de Nancy à Einville, dans les vallées de la Meurthe et du Sanon ou à leurs abords; d'autre part, la région de la Seille (Vic, Dieuze, Château-Salins) est aussi fort bien connue : les nombreuses analogies qui existent entre ces deux régions permettent de penser qu'elles appartiennent à un même dépôt, et que le sel règne en profondeur sous le plateau qui les sépare.

On a essayé, dans le but de mettre en lumière la constitution intime du gîte, de paralléliser les nombreuses coupes qu'en ont données les sondages de recherche ou d'exploitation; on éprouve, au cours de ce travail de comparaison, de grandes difficultés. Cela tient à ce que les couches de sel ne s'étendent pas régulièrement d'une extrémité à l'autre du bassin; elles sont plutôt formées d'une série de lentilles, accolées les unes aux autres avec des intervalles stériles variables, et correspondant probablement aux lagunes isolées, où se faisait, aux temps keupériens, l'évaporation de l'eau de mer.

Les quelques chiffres qui suivent donnent une idée de la puissance du gîte en divers points.

Localités.	Épaisseur totale du sel.		Épaisseur des bancs stériles intercalés.
Einville : Puits Saint-Laurent	19 mètres en	4 couches.	3 mètres.
Crévic : Sondage de recherches de Flainval.	31 —	9 —	12 —
Dombasle : Puits de Rosières Varangéville	54 —	10 —	16 —
Varangéville : Puits Saint-Nicolas	59 —	10 —	15 —
Nancy : Sondage d'Essey	59 —	10 —	17 —

Deux caractères généraux paraissent ressortir de l'étude détaillée du gîte : d'une part, un accroissement de puissance assez continu d'Ein-

ville à Dombasle, puis un développement régulier de Dombasle à Nancy; d'autre part, l'existence, à la base du faisceau de couches, d'un banc de sel de 18 à 21 mètres d'épaisseur, qu'on peut suivre d'Einville à Nancy, et qui forme, dans toute cette étendue, un niveau constant, autant qu'on en peut juger par les quelques sondages qui l'ont recoupé.

La nature du gîte salifère aux environs de Nancy et des morts-terrains qui le recouvrent est donnée par la coupe suivante :

	Terre végétale	1m00
Liasien	Marnes bleues (*Am. margaritatus*)	10,00
	Calcaire à (*Am. Davœi*)	2,00
	Marnes bleues à *Hippopodium*	24,00
Sinémurien	Calcaire à *Gr. arcuata*	4,00
	Argiles rouges, bleues et noires	25,00
	Grès infraliasique	10,00
Marnes irisées supérieures	Marnes bariolées	30,00
	Marnes dolomitiques	4,00
Marnes irisées moyennes	Marnes bariolées gypseuses	87,00
	1° Couche de sel	8,30
	Marnes	0,70
	2° Couche de sel	3,50
	Marnes	1,00
	3° Couche de sel	14,00
	Marnes	2,00
	4° Couche de sel	3,00
	Marnes	4,00
	5° Couche de sel	1,00
	Marnes	4,00
	6° Couche de sel	1,50
	Marnes	2,00
	7° Couche de sel	0,50
	Marnes	0,50
	8° Couche de sel	0,50
	Marnes	0,50
	9° Couche de sel	4,50
	Marnes	1,00
	10° Couche de sel	22,00
		271m50

Exploitation. — Deux modes d'exploitation sont en usage : l'un, par puits et galeries, rappelle les travaux ordinaires des mines; l'autre, par dissolution, présente deux variétés, suivant qu'il s'applique à des sources salées naturelles ou à des eaux saturées artificiellement au contact du dépôt salin. En visitant la mine de Saint-Laurent, la source salée de Saint-Laurent et les sondages de Flainval, les membres de la Session ont vu un spécimen de ces trois procédés d'extraction.

I. *Mines de sel gemme.* — Les trois mines actuelles de sel gemme, de Saint Nicolas, Rosières-Varangéville et Saint-Laurent, exploitent toutes trois la partie inférieure de la couche principale dont il a été question plus haut : on trouve à ce niveau un banc de 5 mètres, composé de sel relativement pur, où ne se rencontrent que de rares veines d'argile avec quelquefois des rognons d'anhydrite.

La méthode de travail est fort simple : on perce, au pic et à la poudre, deux séries de galeries perpendiculaires ayant 10 mètres de largeur et $4^{m},50$ de hauteur, laissant entre elles des piliers carrés de 10 mètres de côté, qu'on abandonne pour le soutènement du toit. Des calculs théoriques, vérifiés d'ailleurs aujourd'hui par la pratique, ont démontré que de pareilles dimensions de piliers et de galeries pouvaient être adoptées pour une hauteur de terres de recouvrement allant jusqu'à 200 mètres; au delà, il convient de renforcer les piliers.

Deux faits curieux ont marqué l'histoire de ces exploitations :

1° Le 31 octobre 1873, la mine de Saint-Nicolas s'est effondrée, produisant, dans un rayon de 12 à 15 kilomètres, l'effet d'un véritable tremblement de terre. Cet effondrement était le résultat de l'enfoncement des piliers de soutènement dans les marnes du sol, détrempées et amollies par les eaux dont on faisait usage pour haver et découper le front de taille.

2° A la mine de Saint-Laurent, on a constaté, en 1891, à la suite du tirage d'un coup de mine, un dégagement instantané de gaz inflammable; les membres de la Session ont pu voir, à l'avancement de la galerie principale, la fissure encore noircie où, pendant plusieurs semaines, on a fait brûler ce gaz. Une analyse sommaire a montré qu'il était formé de quatre parties d'azote et une partie de formène. Sans doute on se trouvait en présence d'une poche qui s'est vidée peu à peu; on n'a pas travaillé depuis cette époque à l'avancement de la galerie et on n'a pu juger ni de la forme ni des dimensions de cette poche.

II. *Sondages.* — Au lieu d'extraire le sel à l'état de sel gemme en roche, on peut le prendre sous forme de dissolution aqueuse; pour cela, on fore, jusqu'au dépôt salin, des sondages où l'on pose un tubage

percé de trous à la traversée des nappes aquifères supérieures, ainsi qu'au contact des couches de sel; l'eau douce descend jusqu'à la formation salée et se sature ainsi peu à peu; on dispose alors dans le sondage une pompe munie d'un tuyau d'aspiration dont la base affleure à la profondeur à laquelle on veut dissoudre le sel; l'eau saturée s'élève dans ce tuyau à une hauteur un peu inférieure à celle de la nappe aquifère, en raison de son excès de densité. Il suffit alors de pomper pour obtenir de l'eau salée.

Il était naturel de disposer les sondages par groupes de deux, suivant la ligne de pente des couches : celui d'amont, non étanche, pour servir à l'introduction de l'eau douce; celui d'aval, étanche, destiné à l'extraction de l'eau saturée. Ce groupement présente un double avantage : saturation régulière de l'eau, conservation en bon état du sondage d'aval, puisque la dissolution et, par suite, les éboulements locaux se produisent vers celui d'amont.

En fait, c'est ainsi que furent disposés les sondages à l'origine, à une cinquantaine de mètres l'un de l'autre, par la raison bien simple qu'on pouvait, au moyen d'une seule machine à vapeur, actionner les deux pompes par l'intermédiaire d'un câble télédynamique; mais aucun n'était étanche, tous deux servaient à tour de rôle à l'extraction de l'eau salée.

Aujourd'hui que les sièges d'exploitation comportent trois, quatre sondages et même plus, un ou deux d'entre eux, les plus anciens, ceux qui sont en partie éboulés, servent à l'introduction des eaux douces; les autres, bien cimentés à la traversée des niveaux aquifères, renferment les pompes d'extraction.

On a fait depuis peu, dans les centres salicoles importants, une très heureuse application de l'électricité comme force motrice : au lieu d'avoir sur chaque sondage une chaudière et une machine à vapeur, qu'on ne peut utiliser que quelques heures par jour pour laisser à l'eau le temps de se saturer, on a une station centrale avec batterie de chaudières et dynamos génératrices, puis, sur chaque sondage, une dynamo-motrice que l'on peut mettre en marche de la station centrale. On obtient ainsi, plus économiquement, une eau d'une saturation plus constante. Tel est le cas du groupe de Flainval.

L'eau salée, au sortir des sondages, marque de 23° à 25° Beaumé; elle renferme de 269 à 320 kilogrammes de sel par mètre cube. Elle est amenée au moyen de conduites dans les usines, où elle sert à la fabrication du sel raffiné et du carbonate de soude. (Il y a aujourd'hui seize salines et trois soudières.)

Les chiffres de la production de 1898 sont les suivants :

Sel gemme.	Sel raffiné.	Soude.
102,500 tonnes	134,600 tonnes	156,000 tonnes

Effets de l'exploitation par dissolution. — La méthode par dissolution a le double avantage d'être simple et économique; en revanche, elle est très défectueuse au point de vue de la bonne utilisation du gîte et surtout elle peut devenir dangereuse par les mouvements du sol qu'elle provoque à la longue : quand on songe que près de 28 millions de mètres cubes d'eau salée ont été extraits depuis quarante ans, dont on a fabriqué près de 4,400,000 tonnes de sel raffiné et plus de 2 millions de tonnes de soude, on ne doit pas être surpris de voir dès aujourd'hui des affaissements se produire à la surface.

Aussi bien ces affaissements sont-ils sans inconvénient quand ils se font sentir en pleine campagne, loin des centres habités; tout au plus provoquent-ils des dégradations de terrains par la formation de bas-fonds où les eaux ont tendance à séjourner; mais quand ils affectent des voies de communication : chemins de fer, routes, canaux, la sécurité publique peut être liée à leur existence et il convient de les suivre de près.

La question est délicate, car on ne sait pas bien ce qui se passe en profondeur; les diverses hypothèses émises jusqu'aujourd'hui ne renferment qu'une part de vérité, insuffisante pour expliquer tous les faits que l'on observe maintenant. On a d'abord consacré la théorie du « lac souterrain », puis celle de la « source salée naturelle » ; ce sont là deux cas extrêmes, assez rares, entre lesquels on doit ranger la plupart de ceux qui se présentent.

a) *Du lac souterrain.* — Lorsqu'on a foré un sondage à travers les marnes imperméables qui recouvrent le sel et mis ainsi en communication les nappes supérieures d'eau douce avec le dépôt salin, il se forme peu à peu à la base du sondage un lac souterrain, de forme circulaire, si la couche de sel est horizontale; de forme elliptique si elle est inclinée, le grand axe de l'ellipse étant dirigé suivant la ligne de pente de la couche. A un certain moment, un affaissement doit se produire à la surface, et ce moment est arrivé approximativement quand le poids des terrains qui recouvrent le lac devient supérieur à la contre-pression due à l'eau, augmentée de la force de cohésion de ces terrains avec les masses voisines.

On a eu trois exemples bien nets de ces affaisements elliptiques

autour des sondages, à Einville-Maixe, Art-sur-Meurthe et Saint-Nicolas. Dans ces trois cas, le sol est descendu lentement, en même temps que l'eau chassée du lac sous la pression des terrains s'écoulait au dehors. Il en est résulté la formation de cuvettes elliptiques, de dimensions axiales suivantes : 280 × 180 mètres, 170 × 140 mètres, 180 × 110 mètres, avec des flèches de 1m,80, 1 mètre, 2 mètres au point d'affaissement maximum.

De pareils accidents ne présentent aucun danger, à condition que les sondages soient tenus à une certaine distance des objets à protéger, et c'est par des considérations de cet ordre que les décisions ministérielles de 1877 et 1880 ont interdit tout sondage à moins de 500 mètres du chemin de fer et de 250 mètres du canal.

b) *De la source salée.* — Tout autres sont les phénomènes qui se passent dans le cas d'une source salée naturelle : le sel est amené, non de la base du sondage, mais de très loin, et si des affaissements de terrain sont possibles par le fait de la corrosion du gîte salifère, c'est à de grandes distances et sur des points difficiles à déterminer.

La source de Saint-Laurent offre un exemple typique de ce cas : en 1875, pendant le forage d'un puits destiné à l'exploitation du sel gemme en roche (celui-là même qui est utilisé aujourd'hui), on rencontra, à 1m,50 au-dessus du sel, une venue abondante d'eau salée que l'on capta avec les précautions les plus minutieuses, derrière un cuvelage en bois, et depuis cette époque on pompe annuellement de 20,000 à 25,000 mètres cubes d'eau salée. La constance observée dans le degré de saturation (24°9 Baumé), dans le débit (450 litres à la minute) et dans la force ascensionnelle de l'eau (8 atmosphères) ne peut s'expliquer en admettant que la dissolution du sel gemme se fasse dans le voisinage du puits; d'ailleurs, lorsque, en 1880, après cinq ans de marche, on répara le cuvelage en bois, on trouva dans le même état qu'en 1875 les griffons par lesquels l'eau salée s'échappe d'une fissure verticale, tapissée de gros cristaux de gypse.

Comme les chambres ou canaux de dissolution se trouvent à de très grandes distances, il n'y a pas de danger à redouter pour les objets voisins de l'émergence de la source, et c'est ainsi que le puits Saint-Laurent a pu être conservé à 147 mètres seulement du canal de la Marne au Rhin, sans qu'il en résulte quelque dommage pour ce dernier.

c) *Du courant souterrain.* — Entre le « lac souterrain » qui ronge le gîte salifère au pied même du sondage et la « source salée naturelle » qui l'attaque à de grandes distances, il y a place pour toute une série de cas intermédiaires; on peut imaginer que le lac souterrain

qui, pendant un certain temps, s'est développé régulièrement et symétriquement autour de son centre d'origine, rencontre un accident géologique capable de modifier le processus de dissolution : faille, cassure, ondulation; s'il s'agit d'une faille par exemple, où l'eau des nappes supérieures peut circuler avec une certaine facilité, l'appel que crée auprès d'elle le sondage communique à ces eaux un sens de circulation privilégié, fait naître un *courant* qui, en passant sur la couche de sel, la dissout peu à peu suivant une certaine direction; de même, si le dépôt salifère présente des ondulations très marquées (et rien ne permet de penser qu'il n'en est pas ainsi) et qu'un sondage vienne à tomber sur l'une d'elles, il y a toutes chances pour que la dissolution s'opère suivant l'axe de l'anticlinal salin.

C'est sans doute à un phénomène de cet ordre qu'il faut rapporter l'affaissement si curieux qui depuis dix ans se développe aux environs du village de Dombasle; il affecte en ce moment une bande de terrain de 1 kilomètre de longueur et 100 mètres de largeur : après avoir pris naissance à proximité d'un groupe de sondages et formé une cuvette qui, tout d'abord avait la forme circulaire, peu à peu il s'est développé longitudinalement en s'éloignant toujours des sondages, et le point origine qui, en 1888, s'était affaissé de 20 à 25 centimètres, n'avait plus, en 1898, qu'un mouvement de quelques centimètres, tandis que le point le plus avancé, dans cette même année 1898, descendait de 12 à 15 centimètres; bref, il semble que l'affaissement se déplace dans une certaine direction.

La conclusion de ces faits d'observation, est que la méthode par dissolution ne va pas sans un certain danger, qu'il faut suivre avec le plus grand soin les mouvements de terrain qui tendent à se manifester au voisinage des agglomérations ou des voies de communication, et qu'enfin une zone de protection ménagée autour de ces objets n'est efficace que si l'on a affaire à une dissolution par « lac souterrain ».

Effondrements. — De ces phénomènes d'affaissement, dus à la dissolution du sel à grande profondeur, il convient d'en rapprocher d'autres, qui ne paraissent pas liés à l'existence des salines et qu'on rapporte à la dissolution du gypse à des profondeurs peu considérables (20 à 30 mètres).

Le Keuper moyen renferme, dans ses assises supérieures de marne, des lentilles de gypse; il existe, d'autre part, au même niveau, des courants d'eau douce, dont quelques-uns vont sourdre dans les thalwegs de surface voisins, et qui dissolvent lentement le gypse, d'où

création de cavités de forme plus ou moins ovoïde et de faible dimension. Le vide ainsi produit se remplit peu à peu par la descente des terrains superposés, et comme la surface n'est pas très éloignée, elle subit le contre-coup de ces mouvements souterrains : on aperçoit un trou, large d'abord de $0^m,30$ à $0^m,50$, qui s'élargit progressivement et atteint en quelques heures un diamètre qui, parfois, est allé jusqu'à 3 ou 4 mètres.

Ces poches ont tendance à se produire toujours aux mêmes points; c'est ainsi que, sur la voie ferrée de Paris à Strasbourg, aux approches de la gare de Varangéville, on en a constaté plus de trente depuis l'ouverture de la ligne, sur une longueur de 15 à 20 mètres.

Ces phénomènes, tout superficiels, n'ont jamais occasionné le moindre accident; d'ailleurs la Compagnie de l'Est a pris toutes les précautions nécessaires : elle a consolidé les voies au moyen d'un longrinage en bois sur une longueur de 600 mètres et en acier sur une longueur de 50 mètres; si une nouvelle poche se forme, le longrinage forme pont par-dessus en s'appuyant sur le terrain resté solide de part et d'autre.

Note sur une venue ancienne de gaz grisouteux dans la mine de sel de gemme de Saint-Laurent (Meurthe-et-Moselle), par A. LEBRUN, ingénieur des Mines.

Le 23 février 1891, après le tirage d'un coup de mine au front d'avancement de la galerie principale de la mine de sel de gemme de Saint-Laurent, à 248 mètres du puits d'extraction, une venue de gaz s'est présentée au sol; elle se faisait jour sous forme de « soufflard », entendu à une dizaine de mètres environ, par une fissure de 3 à 4 centimètres de long et $1^m,5$ de large, ouverte dans la marne du mur. Le gaz, sans odeur, était inflammable, mais ne continuait à brûler qu'en présence d'une flamme.

Les jours suivants, on reconnut qu'il s'échappait par toute une série de petites fissures très étroites, alignées sur une longueur de 2 mètres environ, suivant une ligne droite coupant obliquement le front de taille, aboutissant à ce front à $2^m,45$ de la paroi de droite et à cette paroi à 2 mètres du front. On prit soin de recueillir tout le gaz au moyen d'une gaine en tôle recouvrant la fissure et fixée au sol à l'aide de glaise, et on le fit brûler à une extrémité en y maintenant constamment des

lampes allumées; en même temps on menait très activement l'aérage de ce quartier de la mine.

L'écoulement du gaz ne s'arrêta qu'un an après, le 12 février 1892. La pression, assez forte au début pour provoquer la projection d'objets placés sur le courant d'échappement, était tombée peu à peu, et dès la fin de 1891, elle n'était déjà plus suffisante pour qu'on pût recueillir du gaz sous l'eau.

Le débit était, au début, d'environ 6 litres à la minute (à la pression ordinaire).

L'analyse approchée du gaz a été faite à la Faculté des Sciences de Nancy; elle a montré qu'il était formé de gaz des marais et d'azote dans les proportions de 1 à 4; et qu'il ne renfermait ni gaz carbonique, ni oxygène, ni oxyde de carbone.

Il est probable que la fissure, ouverte ou du moins dégagée par le coup de mine, communiquait avec une poche remplie de gaz grisouteux, et que ce dernier s'est échappé jusqu'à la vidange complète de la poche, avec un débit et une pression d'autant plus faibles que l'écoulement avait été plus prolongé. On n'a pas travaillé depuis 1892 à l'avancement de la galerie principale, et l'on n'a recueilli aucun document nouveau sur cet incident.

Aucun phénomène de ce genre n'avait été constaté antérieurement dans les mines de sel gemme de la région.

Sixième journée. — Samedi 20 août 1898.

Compte rendu détaillé, par M. BLEICHER, de l'excursion du 20 août à Gérardmer et au col de la Schlucht.

A son arrivée à Gérardmer (voir pl. XII, fig. 1), la Société, traversant la ville pour aller jusqu'au bord du lac, prit immédiatement, à gauche, la petite route qui contourne à peu de distance la rive gauche de celui-ci, la plus propice aux observations géologiques.

Jusque vers le vallon de Ramberchamp, les chalets, entourés de parcs qui débouchent sur le lac, empêchent généralement l'abord de la roche en place. Sur la gauche de la route, cependant, on peut prendre une idée des terrasses morainiques que nous allons aborder à leur extrémité; dans des propriétés particulières, on voit de profondes excavations avec blocs et matériaux incohérents. Plus loin, sur le même côté,

un éperon rocheux de granite gris à grands cristaux d'orthose est traversé par la route, et ses cassures fraîches permettent d'y recueillir de bons échantillons.

La traversée du débouché dans le lac du vallon de Ramberchamp, permet de voir le comblement de cette dépression par des formations de blocs et de matériaux incohérents, surmontés d'une épaisse couche de tourbe, et la Société, de l'autre côté du vallon, a rejoint une route forestière, pour l'aménagement de laquelle les roches du massif de la Merelle ont été largement entamés.

Sur le côté gauche de cette route, qui se maintient jusqu'au bord du lac à une altitude d'environ une vingtaine de mètres au-dessus du niveau de celui-ci, la carte géologique au 80000e de M. le professeur Vélain indique, dans le granite franc, des filons de microgranulite à pyroxène, de microgranulite ordinaire, qui coupent à angle aigu la route forestière.

La Société a pu constater, au milieu du granite à grands cristaux d'orthose, immédiatement avant la cascade de Merelle, un filon assez puissant de microgranulite de couleur foncée.

Continuant pendant quelques instants au delà de la terminaison du lac, elle a pris à droite le chemin de traverse qui rejoint la route de l'autre rive, ou du Tholy, et permet d'aborder les terrasses moraines barrant la vallée ou se tenant sur ses flancs, ou même sur son milieu en forme de massifs allongés et façonnés par les eaux anciennes.

Des coupes fraîches ont été pratiquées, dans ces terrasses moraines, sur le versant que nous abordons par ce nouvel itinéraire. La Société en visite deux : l'une à droite du chemin, à peu de distance; l'autre à gauche.

Toutes deux font face à une dépression dirigée dans le sens de la vallée du Tholy et qui paraît, sur les cartes à grande échelle, plus peut-être que sur le terrain, avoir été le passage des eaux du lac suivant leur pente naturelle. Ces deux coupes, peu importantes, 2 à 3 mètres pour l'une, 4 mètres pour l'autre, montrent, celle de 4 mètres, des couches irrégulièrement stratifiées de sable grossier avec quelques gros blocs plus ou moins arrondis de granite gris, passant vers la surface à des matériaux de même nature plus incohérents; celle de 2 mètres, les mêmes éléments, blocs de granite gris à gros cristaux d'orthose et de microgranulite, plus ou moins arrondis.

Passant devant une maison, située à l'entrecroisement de deux chemins, la Société se rapprocha bientôt à droite de la puissante levée qui termine de ce côté le lac et a été interprétée comme moraine frontale.

Martins signale le fait suivant : « Le lac de Gérardmer, d'environ » 2,000 mètres de longueur, présente dans son régime un fait singu- » lier et rare en orographie. La pente générale de la vallée, nivelée » avec soin par M. Hogard, devait porter les eaux dans le bassin » inférieur de la Moselle en passant par le Belliard, le Tholy et la » vallée de Cleurie. Mais un obstacle infranchissable se présente en » aval du lac; cet obstacle, c'est la grande moraine frontale de » Gérardmer; elle s'oppose à ce que les eaux suivent leur cours » naturel, et comme il faut qu'elles passent quelque part, leur écoule- » ment se fait à contre-pente; c'est en amont qu'elles s'échappent » pour gagner un point peu élevé du Saut-des-Cuves et s'engouffrer au » nord-ouest dans l'étroite gorge de la Volagne. »

Cette levée forme un relief considérable à l'extrémité du lac, mais elle ne le barre pas complètement aujourd'hui et, de plus, elle se relie avec les terrasses qui, en aval du lac, se continuent à une certaine distance à gauche de la route.

Actuellement sa structure n'est visible que dans une excavation assez profonde, située sur le revers du lac, non loin à gauche de la route de Gérardmer au Tholy. On y reconnaît encore assez bien, sous la végétation qui l'a en partie recouvert, le front d'abatage de cette ancienne sablière, la présence de couches peu régulières de sable grossier avec cailloux anguleux ou arrondis, et de matériaux plus incohérents. (Voir pl. XII, fig. 2.)

Mais il y a une quinzaine d'années, nous en avons pris une coupe (voir fig. 1) montrant de bas en haut une couche de sable avec peu de cailloux et blocs anguleux, passant à une formation caillouteuse non stratifiée où dominaient les gros blocs de granite plus ou moins arrondis. C'est là, suivant le rapporteur de la session extraordinaire de la Société géologique à Épinal, en 1847, le type des moraines stratifiées, dont il comprend la formation de la manière suivante (1) : « L'eau est » intervenue pendant l'époque même où les glaciers existaient dans » les Vosges. Les glaciers, par leur mouvement de progression, trans- » portaient les débris de roche sur un point donné, et en même temps » des ruisseaux et ruisselets, sillonnant leur surface, entraînaient les » graviers et les sables; ils les réunissaient sur le même point et don- » naient lieu à des moraines frontales stratifiées. »

Dans le cas particulier, le glacier devait occuper la place même du lac, qu'il aurait contribué à creuser et approfondir par le burinage de

(1) Page 1458.

son fond à l'aide de la moraine profonde, et c'est à son pied que les matériaux, stratifiés ou non, se déposaient.

Cette explication, qui est celle des promoteurs de la théorie glacière dans les Vosges, de Hogard, Collomb, Martins, n'a pas, nous devons à la vérité de le dire, entraîné toutes les convictions de nos confrères.

Une discussion à laquelle ont pris part un certain nombre de nos confrères, et en particulier M. *Bergeron*, président de la Société géologique de France, s'en est suivie, qui a porté sur la difficulté d'expliquer les stratifications observées dans les moraines terrasses et les blocs et cailloux arrondis qu'on y observe, par la seule action glaciaire.

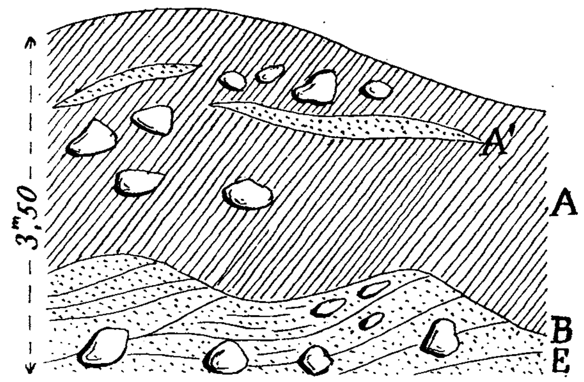


FIG. 1. — Coupe de la moraine terminale du lac de Gérardmer.

E, sable grossier à stratification confuse, avec blocs anguleux épars, séparé nettement, suivant un plan d'affouillement ultérieur, de la masse de gravier A, avec blocs épars plus ou moins arrondis et contenant des lentilles de sable A'.

(Cette coupe est prise sur les bords de la route du Tholy, dans la terrasse faisant suite à la moraine stratifiée terminale du lac de Gérardmer.)

Reconnaissant le bien fondé de ces remarques, également applicables aux gravières situées à environ 200 mètres en aval de la moraine devant laquelle nous étions arrêtés, à celle de la vallée de la Vologne en amont de Gérardmer qui présentent de plus une ligne d'érosions à la surface des sables, sous l'amoncellement de blocs et de matériaux incohérents, nous avons cru devoir développer, ainsi qu'il suit, le résultat de nos remarques et observations sur ce sujet, qui nous amènent à admettre que ces terrasses moraines ne sont pas uniquement le résultat de l'action glaciaire; en un mot, que plusieurs causes ont concouru à leur formation.

Les causes réunies opérant soit simultanément, soit deux à deux, soit les unes après les autres sont *locales*, c'est-à-dire particulières à la région de Gérardmer, en raison de sa topographie ancienne et actuelle; et *générales*, c'est-à-dire communes à toute la chaîne soumise à l'action glaciaire.

Parmi les causes locales, la plus importante est l'anomalie signalée depuis longtemps de l'émissaire du lac, en vertu de laquelle l'écoulement de ses eaux par la Vologne et le sillon de Granges se fait à contresens, la vallée du Tholy étant toute indiquée topographiquement pour jouer ce rôle.

Cette vallée, large et ouverte par places, étroite sur la plus grande partie de son parcours, fait communiquer directement le massif central des Hautes-Vosges avec la vallée de la Moselle, tandis que la Vologne ne rejoint celle-ci que par un chemin bien plus long et plus détourné.

Suivant les auteurs de la théorie glacière appliquée aux Vosges, le bassin du lac de Gérardmer aurait été occupé, à un moment donné, par un glacier, prolongement du grand massif de glace descendant des Hautes-Vosges centrales, mais qui a dû s'arrêter au bout de la dépression qu'il occupe maintenant, pour rejeter les matériaux sableux et les blocs qui forment les moraines terrasses que nous avons sous les yeux. Ces amoncellements ont été cause de la formation du lac lui-même et ont forcé les eaux qui se déversaient dans son bassin à renoncer à leur tendance naturelle de s'écouler par la vallée du Tholy.

L'hypothèse d'un glacier s'arrêtant au bout du lac de Gérardmer ne répond qu'à un stade particulier de la phase glaciaire, puisque nous savons qu'au débouché des vallées de Cleurie Tholy dans la vallée de la Moselle, on a constaté des roches polies et striées et de puissantes formations glaciaires, et que de plus à Tanières, au débouché de la vallée de la Vologne, il existe des amoncellements de grands blocs attribuables à la même cause.

La succession de faits qui a donné naissance à l'anomalie que présente dans son émissaire le lac de Gérardmer, ne forme selon toute probabilité qu'un épisode de la période de retrait, ou d'une période de retour des glaces, et force nous est de recourir aux causes générales dégagées de l'étude du massif vosgien tout entier pour comprendre ce qui a pu se passer avant, pendant et après que ce régime contradictoire des eaux s'est établi :

Parmi les causes générales qui ont pu intervenir concurremment avec l'action des glaces, il faut signaler :

1° Le déblaiement par les glaciers s'établissant dans les vallées des

Vosges, en commençant selon toute probabilité par les hautes régions alors plus élevées qu'aujourd'hui, des matériaux détritiques accumulés depuis longtemps par suite de la difficulté qu'ils éprouvaient à sortir de la montagne pour circuler à la surface du plateau lorrain, et rejoindre les bassins maritimes. De puissantes masses de glace seules, indépendantes des reliefs, des vallées, des dépressions existant alors, ont pu amener des blocs et des sables du massif du Hohneck et du bassin du lac dans la vallée du Tholy.

Mais nous dira-t-on, les vallées existaient-elles alors, et ne sont-ce pas les glaciers eux-mêmes qui, entrant comme la scie du lapidaire dans les pierres dures (1), les ont creusées peu à peu? D'après nos propres recherches sur les deux versants des Vosges, les grandes vallées ont dû certainement être ébauchées en grande partie au commencement de la période glaciaire, et nous avons même peine à admettre que le seul affouillement d'un glacier ait pu creuser les cuvettes de Gérardmer et de Longemer.

Les causes souvent admises comme favorisant ce creusement, filons, fractures, ne peuvent guère être invoquées ici.

Le massif granitique au milieu duquel sont creusés ces bassins est sans doute traversé de filons de microgranulite ordinaire ou avec pyroxène (carte géologique au 80000e de M. Vélain, feuille d'Épinal), mais ces filons croisent plus ou moins perpendiculairement le grand axe des deux lacs, et d'ailleurs nous ne savons pas s'ils se prolongent de leurs bords sous leur fond.

La part du massif central des Hautes-Vosges dans les matériaux glaciaires du bout du lac de Gérardmer et de la vallée du Tholy ne peut pas, malheureusement, être établie d'une manière rigoureuse. Il n'existe en effet aucune roche caractéristique du massif des Hautes-Vosges, sauf peut-être les phyllades talqueuses aux affleurements très limités du Collet. Par contre, nous verrons demain que la vallée de la Moselle ne se trouve pas dans le même cas, grâce aux roches de diorite et de grauwacke, à peu près cantonnées à son origine.

2° Les périodes de réchauffement et de refroidissement prouvées par les travaux de M. le professeur Fliche et les nôtres pour le plateau lorrain, seule région où restent des témoins végétaux et animaux de ces temps éloignés, ont dû évidemment réagir aussi dans la chaîne des

(1) J.-M. Vallot, *La Moraine profonde et l'érosion glaciaire*. (Ann. de l'Observatoire météorologique, physique, glaciaire du mont Blanc, t. III, pp. 176-177.)

Vosges par une usure rapide et un transport énergique de matériaux sableux ou caillouteux.

3° La difficulté de l'écoulement des eaux de fonte des glaciers vers le plateau lorrain et la mer a aussi contribué à rendre les accumulations glacières plus puissantes dans les hautes vallées sans issue facile vers leurs émissaires, qui n'avaient pas alors leur cours réglé comme aujourd'hui. Si l'on y ajoute les détentes brusques qui ont pu se produire dans leur écoulement, par des changements de cours, des percements de massifs effectués à l'aval, on pourra concevoir la forme abrupte des terrasses, leur puissance, leur tracé souvent étrange. La marche du phénomène glaciaire étant telle que la glace a peu à peu couvert les montagnes et les vallées de façon à déposer sur le Haut-du-Roc, à 1,019 mètres d'altitude, des blocs de granite sur le grès vosgien, à polir les roches dures des sommets de la chaîne des forts de Haute-Moselle, tout aussi bien que les massifs saillants du fond de la vallée, qu'elle s'est avancée jusque vers Épinal au moins, on peut dire que ce que nous voyons aujourd'hui à Gérardmer ne nous rend pas compte de ce premier stade, et que la grande vallée de la Moselle seule nous renseigne à cet égard, mais plutôt par ses roches polies et striées échelonnées à diverses hauteurs, et les blocs du Haut-du-Roc, auxquels on peut joindre ceux de l'Avison près de Bruyères, de Chèvre-Roche près de Vagney, du Spiemont, etc.

Cependant les accumulations de sable, de cailloux et de blocs des moraines terrasses, tout en ne nous permettant pas d'aborder les premières formations glacières, et peut-être ces surfaces polies et striées qu'elles masquent, restent les témoins d'un état de choses qui a dû être précédé par une crise violente qui ne s'explique que par les glaciers qui ont rendu possible ce transport d'éléments détritiques dans des conditions toutes particulières. Cet état de choses, *fluvio-glaciaire*, pour nous servir d'une expression usitée, après des fluctuations successives, des retours des glaces, a peut-être cessé assez brusquement, et l'on pourrait interpréter ainsi le fait de l'affouillement des masses de sables et de blocs que nous avons constaté dans un certain nombre de moraines terrasses de la vallée de la Vologne, du Tholy, de la Haute-Moselle.

Ces observations, basées sur des recherches faites depuis plusieurs années dans les hautes vallées des Vosges, avec M. Barthélemy, rendent en partie compte de la différence bien remarquée par M. Bergeron entre la structure de ces « moraines stratifiées » et celle

des formations glaciaires de l'Allemagne du Nord, des États-Unis et de la Suisse, qui ne contiennent que des éléments anguleux. Nous y ajouterons les remarques suivantes : La présence de blocs arrondis dans la « moraine stratifiée » du bout du lac de Gérardmer n'est pas forcément un argument contre leur origine purement glaciaire. Les roches arrondies sont ordinairement granitiques, et nous savons que dans nos hautes montagnes des Vosges, le granite se décompose sur place en arène, laissant des parties intactes qui se dégagent naturellement de la masse avec des surfaces arrondies, par une sorte d'énucléation. Ceux de nos confrères qui ont été à la Schlucht ont pu voir en face de l'hôtel un excellent exemple de ce fait, qui se reproduit de différents côtés (1). De plus, il est à remarquer que les blocs ou fragments anguleux des divers gisements que nous avons visités à la terminaison du lac de Gérardmer, sont surtout formés de roches dures, spécialement de microgranulite.

En résumé, dans les vallées du Tholy, de Granges, de la Vologne, qui aboutissent aux Hautes-Vosges centrales, on ne trouve aucune roche polie ou striée. Les moraines terrasses, les roches moutonnées, les rares blocs de granite gris, connus autrefois sous le nom de *moutons de Gérardmer* (voir pl. XII, fig. 1), qui ont échappé à la destruction, sont les seuls témoins de l'action glaciaire. On peut admettre que ces vallées se trouvaient trop encombrées de débris à l'époque de l'installation des glaces, pour que celles-ci, occupées à les déblayer vers l'aval, aient pu atteindre la roche du fond et la buriner comme elles ont pu le faire pour les saillies du fond de la vallée de la Haute-Moselle et de ses sommets culminants de la rive gauche.

La Société, en quittant la moraine du bout du lac, a visité à gauche de la route une belle carrière de granite gris à grains fins, en pleine exploitation, et reconnu un amoncellement de blocs et de sables grossiers de près de 4 mètres d'épaisseur au-dessus de la surface plus ou moins nivelée du front d'abatage de la roche, qui semble une amorce de moraine séparée de celle du lac par le travail des eaux.

Le retour à Gérardmer s'est fait vers 11 $^1/_2$ heures du matin, et l'après-dîner a été consacrée par une partie de nos confrères à une excursion en voiture à la Schlucht ; les autres se sont contentés

(1) Col de Sainte-Marie-aux-Mines, environs de Sénones, le long de la voie actuelle du chemin de fer.

de prendre le tramway de la vallée de la Vologne qui les a amenés jusqu'à Retournemer.

Ces deux excursions ont été faites trop rapidement pour permettre des observations géologiques intéressantes. Cependant tout le monde a pu voir le Saut-des-Cuves creusé dans du granite pénétré de deux filons de microgranulite à pâte de couleur brun rougeâtre, se détachant nettement du fond blanc du granite encaissant. Avant ces chutes de la Vologne, la route qu'utilise le tramway passe devant le « Théâtre du peuple », placé dans l'enceinte d'une ancienne exploitation de sable, où, il y a quelques années, on pouvait relever une coupe identique à celle que nous avons décrite à l'extrémité du lac de Gérardmer. Les sables, plus ou moins bien stratifiés avec blocs, y supportaient des matériaux incohérents dont ils étaient séparés par une surface d'érosion.

Au delà du Saut-des-Cuves, au hameau de Blanc-Ruxel, des tranchées puissantes, pratiquées sur les flancs de la montagne à gauche, montrent la même superposition, mais sur une plus vaste échelle. Suivant certains géologues, c'est un reste de moraine latérale, ou peut-être frontale, du lac de Longemer, qui en est très proche.

Nous leur attribuons la même origine qu'aux sables des terrasses moraines du débouché du lac dans la vallée du Tholy.

C'est au delà de ce point, vers l'extrémité du lac de Longemer, que les deux caravanes ont bifurqué, les uns remontant à la Schlucht, les autres continuant leur route en tramway jusqu'au lac de Retournemer.

Ni le lac de Longemer ni celui de Retournemer n'ont de moraine barrage à leur extrémité d'aval. Ils sont creusés dans les roches du type du granite, avec filons ou accidents plus ou moins facilement visibles de gneiss granulitiques pour le lac de Longemer, de granulite pour le lac de Retournemer. Du reste, comme il a été dit plus haut, nous n'avons plus ici aucun témoin bien évident de l'action glaciaire à montrer, pas plus que sur la route de la Schlucht, où affleurent, au milieu des roches du type du granite franc vers le Collet, les talcschistes phylladiformes qui constituent une enclave d'allure presque sédimentaire au milieu de ces formations massives. Sous la conduite de notre collaborateur, M. *F. Barthélemy*, l'excursion de nos confrères à la Schlucht a été fructueuse au point de vue pittoresque, le temps étant ce jour-là superbe et permettant de voir dans l'échancrure du col le versant alsacien, la plaine du Rhin et la Forêt-Noire à l'horizon oriental, profilant sur le ciel clair ses massifs arrondis comme ceux de la chaîne jumelle des Vosges.

Septième journée. — Dimanche 21 août 1898.

Compte rendu détaillé, par M. BLEICHER, de l'excursion du 21 août à Saint-Maurice et à Bussang.

Le premier train du matin nous a fait franchir la distance entre Épinal et Saint-Maurice. L'excursion projetée pour le matin étant à peu près la même que celle faite l'année dernière par la Société géologique de France, nous reproduisons textuellement le passage de notre compte rendu pour la vallée de Presle.

La Société a pris, au sortir de Saint-Maurice, la petite route qui remonte la vallée de Presle sur sa gauche, presque en face du tissage établi de l'autre côté du ruisseau de Presle, qui longe la route. Elle a reconnu un bel affleurement de granite amphibolique (ancienne syénite) traversé par un filon de microgranulite, roches déterminées par M. Collot, professeur de géologie à l'Université de Dijon.

Sur notre demande, M. *F. Barthélemy* a résumé, ainsi qu'il suit, le résultat de ses observations personnelles sur le vallon de Presle, dont les belles surfaces polies et striées avaient été signalées par *Ch. Grad*, après avoir été découvertes par *Hogard.*

« *Vallon de Presle.* — En aval de Saint-Maurice, le thalweg de la Moselle est brusquement dévié, à angle droit, de son orientation primitive sud-ouest, pour prendre définitivement la direction nord-nord-ouest, qu'il conserve jusqu'à sa sortie du massif montagneux. Au niveau de cette déviation, le vallon de la Presle s'ouvre et semble continuer la ligne de fracture qui constitue la grande vallée de Saint-Maurice à Remicourt.

» Ce vallon figure un cirque profondément encaissé à droite et à gauche entre les hauteurs de 800 mètres d'altitude moyenne; il est dominé au fond par le ballon de Servance (1,189 mètres) et le massif du Ballon d'Alsace (1,250 mètres). Si l'on ajoute que l'altitude moyenne du plafond du vallon de la Presle ne dépasse guère 550 mètres et que la distance à vol d'oiseau entre les sommets voisins n'excède pas 2,500 mètres dans le sens de la largeur et 4,000 mètres dans le sens du grand axe, on conviendra que ce vallon, ouvert au nord et très abrité contre le rayonnement solaire, se prêtait merveilleusement à l'installation et à la longue conservation d'un glacier local.

Aussi n'existe-t-il dans cette partie des Vosges aucune région limitée où les glaces avaient laissé des traces plus manifestes de leur action mécanique. »

La route qui donne accès dans le vallon franchit, en face de l'usine de Chaseaulière, un haut-relief qui barre le débouché vers la Moselle et sert actuellement de retenue aux réservoirs d'eau de l'usine. Ce remblai ne possède ni le profil en travers ni la disposition en demi-cercle d'une moraine frontale typique; on peut reconnaître seulement qu'il est constitué par des seuils rocheux isolés, dont les intervalles sont comblés par un entassement de matériaux meubles. Mais si ces deux caractères spécifiques manquent, l'origine glaciaire du site n'est cependant pas douteuse, car les ilots rocheux en saillie sur le fond de la vallée, et qui ont servi d'amorce aux dépôts meubles disposés en barrage, montrent, lorsqu'ils sont à découvert, leur surface moutonnée et striée. On voit l'un de ces massifs rocheux, magnifiquement poli et strié, sur le talus gauche de la route, à l'entrée du vallon. On peut en reconnaître d'autres plus loin, des deux côtés du thalweg et jusqu'au pont qui franchit la Presle. Mais les plus belles surfaces striées se trouvent sur le flanc droit du vallon, *au-dessus* de la limite de la forêt. Lorsque en un point quelconque de cette pente aride, on soulève la mince couche de mousse qui recouvre la roche vive, celle-ci apparaît admirablement polie, moutonnée et striée, et il est aisé de comprendre que la végétation forestière n'ait pu prendre possession d'un sol aussi complètement dénudé. Le fond de la vallée est occupé par une prairie tourbeuse qui a pris manifestement la place d'un lac de peu d'étendue, lac créé par des affouillements du glacier et qui a dû persister longtemps encore après la débâcle. Plusieurs sondages creusés dans cette prairie nous ont permis de constater que le glacier local n'a pas entaillé profondément la roche vive en place et n'a intéressé que les éléments meubles; aussi la formation du lac ancien fut-elle due beaucoup moins au creusement du sous-sol rocheux qu'au transport et au dépôt des matériaux entraînés au débouché du vallon. Ces matériaux, appuyés contre les ilots granitiques en saillie de toutes parts, constituent donc une véritable moraine par obstacle. Du reste, ce type particulier de moraine se retrouve dans toute la région, car la plupart des amas morainiques qui barrent les hautes vallées des Vosges sont amorcés sur des massifs rocheux en saillie qui ont favorisé l'arrêt des éléments transportés et leur conservation en place.

« Nous avons déjà fait remarquer que, dans la plupart des vallons

latéraux de la Haute-Moselle, le profil du thalweg n'est pas nettement défini; il ne rejoint pas le niveau de base par une pente régulièrement décroissante. Le ruisseau de la Presle présente également cette anomalie. Après avoir serpenté à travers la prairie, suivant une faible pente, il se trouve arrêté à la rencontre du barrage naturel de la Chaseaulière; à partir de là seulement il devient libre et descend rapidement à la Moselle. Mais si l'origine des dépôts qui encombrent le débouché de certains autres vallons n'est pas toujours aisé à reconstituer, ici on peut attribuer sûrement à l'action mécanique d'un glacier local l'obstacle qui a interdit au ruisseau de la Presle d'atteindre sa maturité. »

Au bout d'une demi-heure de marche, la Société, ayant traversé sur un pont le ruisseau de Presle, se trouva sur la rive gauche, à l'emplacement désigné pour le barrage d'une retenue d'eau projetée de 2 millions de mètres cubes. Des fouilles y avaient été pratiquées jusqu'à la roche vive en place, atteinte à environ 2 mètres de profondeur. Cette roche vive est le granite à amphibole du Ballon d'Alsace, riche par places en masses rayonnées fibreuses d'amphibole verdâtre, entre lesquelles s'est déposé de la pyrite de fer qui, venue après coup, s'est moulée sur les faisceaux fibreux de l'amphibole, au point de reproduire en creux leur striation et leur fasciation.

Nos confrères de la Société purent ainsi recueillir sur place des échantillons nombreux de cette roche rare.

L'heure étant trop avancée, le retour à Saint-Maurice s'est effectué par le même chemin que l'aller, et un déjeuner, le dernier de la Réunion extraordinaire, a réuni tous les membres à l'*Hôtel Leduc*.

De Saint-Maurice, le train de $1^h.40$ mena la Société à Bussang. Nous avons regretté de ne pouvoir faire avec nos confrères ce trajet à pied, pour leur montrer des moraines terrasses développées dans des proportions aussi grandioses que dans la grande vallée de la Moselle, en amont de Remiremont à Saint-Nabord (1).

L'examen des cartes topographiques à grande échelle fait remarquer, sur ce trajet de près de 5 kilomètres, des buttes isolées, des saillies allongées, dans le sens de l'axe de la vallée, des amorces de terrasses échelonnées sur ses flancs. Tous ces accidents de terrain, suivant

(1) L'étude de ces phénomènes glaciaires a été reprise depuis le passage de la Société dans la vallée de la Moselle par M. *J. Delebecque*, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées. (BULL. SERVICE CARTE GÉOL. FRANCE, n° 69, t. X, 1898-1899, pp. 126 et suiv.)

Ch. Martins, rapporteur de la Réunion extraordinaire de la Société géologique de 1847, sont d'origine glaciaire. Voici en quels termes il les décrit, page 1456 : « En sortant de Bussang par la porte de Saint-
» Maurice et du Ballon, la Société a traversé une des plus grandes
» moraines frontales qui existent dans les Vosges. Elle a plusieurs
» kilomètres de longueur; elle est formée par une suite de mamelons
» arrondis et allongés qui s'étendent dans le fond de la vallée de la
» Moselle, depuis le village de Bussang jusqu'un peu en amont de
» Saint-Maurice. Ces monticules s'élèvent à une soixantaine de mètres
» au-dessus du lit de la Moselle. M. Martins fait observer que sur la
» rive droite, contre la montagne, la moraine, devenant latérale, a
» donné lieu à l'existence d'un certain nombre de *terrasses parallèles*,
» de grandes marches d'escaliers superposées les unes au-dessus des
» autres suivant les plans horizontaux, disposition qui le porte à croire
» que l'eau les a postérieurement remaniés. »

Suivant Martins et les glaciéristes de l'époque, ici, comme au bout du lac de Gérardmer, comme dans la vallée de la Vologne, ces immenses accumulations de matériaux détritiques doivent être attribués uniquement aux glaciers, dont ils représentent des moraines frontales ou latérales, probablement remaniées.

Le compte rendu ne parlant nulle part des coupes naturelles ou artificielles dans ces « mamelons arrondis et allongés », dans ces « terrasses parallèles », il est donc probable qu'elles n'existaient pas, en 1847, comme aujourd'hui, et qu'elles ne pouvaient renseigner les géologues.

Nous avons dans des séjours successifs, faits à Saint-Maurice et à Bussang, pu en relever un certain nombre, échelonnées sur le parcours entre ces deux villages, surtout à gauche de la route. Aux abords de Bussang, la terrasse moraine, sur laquelle sont élevés les baraquements du bataillon de chasseurs, est particulièrement favorable à l'observation.

Sur ces coupes, observées au nombre de six, deux atteignent une hauteur de plus de 15 mètres et donnent une épaisseur de près de 12 mètres de sable, de gravier, plus ou moins bien stratifiés, nettement séparés par un plan de ravinement (voir fig. 2 ci-après) de matériaux incohérents : blocs et graviers emballés dans de la glaise sableuse et tourbeuse. C'est cette couche superficielle hétérogène qui forme le revêtement extérieur des terrasses (terrasse des baraquements, terrasse à gauche du chemin de Saint-Maurice au Thillot par la montagne).

Le sable inférieur, mal stratifié, se voyait encore dans les mêmes conditions sur la coupe d'une petite butte aujourd'hui arasée, haute

de 4^m,50, située entre la gare de Bussang et la pente de la montagne du côté gauche. Les blocs anguleux y étaient particulièrement abondants. La butte couronnée de bois, que l'on aperçoit vers le côté droit de la vallée, presque à niveau de l'église Saint-Maurice, est à peu près dans le même cas, seulement le sable y est plus grossier, moins bien stratifié, et sa séparation avec la couche de matériaux incohérents et de blocs n'est pas nette.

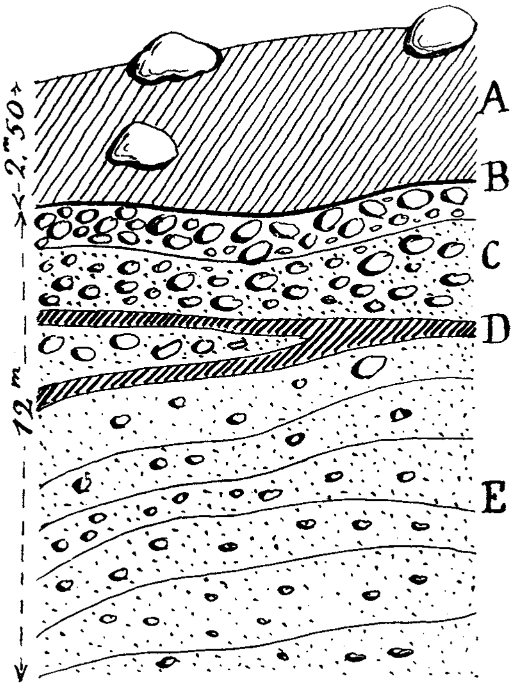


Fig. 2. — Coupe de l'extrémité aval de la terrasse morainique située à gauche de la route de Saint-Maurice à Bussang, avant l'entrée de Bussang. — Altitude : 40-50 mètres au-dessus de la rivière.

A. Dépôt incohérent d'argile sableuse, tourbeuse par places, avec gros blocs anguleux de granite gris fin et de granite porphyroïde.
B. Ligne de séparation avec érosion.
C. Amas de graviers, sables et cailloux, ceux-ci dominant vers le haut.
D. Localisation, en bancs irréguliers vers le bas du dépôt précédent, de marne finement sableuse.
E. Sables assez nettement stratifiés avec graviers et cailloux roulés.

Enfin sur le côté gauche de la ligne du chemin de fer, à environ 1,500 mètres de Saint-Maurice, en face d'un passage à niveau et d'une

maison de cantonnier, on peut apercevoir, par-dessus un massif très remarquable de schistes métamorphiques, de la grauwacke entourant un noyau de roche éruptive plus ou moins porphyroïde du type de l'ortholithe, un placage de matériaux incohérents avec blocs de granite porphyroïde (1).

Ici le sable stratifié manque, et comme la grauwacke forme une sorte de promontoire rocheux, on pourrait y voir une amorce de moraine, mais nous n'irons pas jusqu'à décider si elle doit être frontale ou latérale. Dans tous les cas, il y manque un des deux termes de la série que nous avons eu l'occasion d'observer dans la vallée de la Moselle comme à l'extrémité du lac de Gérardmer, au Saut-des-Cuves, au Blanc-Ruxel.

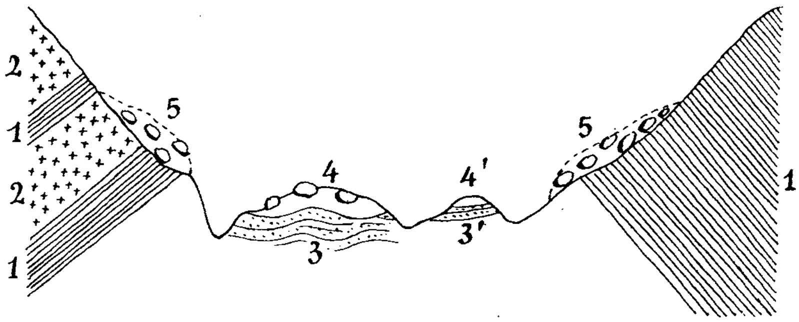


FIG. 3. — Coupe transversale schématique de la vallée de Bussang, prise au niveau des premières maisons.

1. Schiste métamorphique, ou grauwacke carbonifère.
2. Granite porphyroïde et microgranulite.
et 3'. Amas de sables, graviers et blocs, en dépôt plus ou moins nettement stratifié. (3' = base de la butte arasée pour l'emplacement de la gare.)
4 et 4'. Amas incohérent de blocs erratiques ravinant le dépôt précédent. (4' = sommet de la butte arasée pour l'emplacement de la gare.)
5. Blocs erratiques des pentes (granite porphyroïde).

Cette structure étant identique à celle des moraines terrasses de Gérardmer et de la vallée de la Vologne, les mêmes interprétations leur sont applicables. Seulement ici, nous avons un élément d'appréciation en plus. En effet, les flancs de la vallée sont encore, comme ils l'étaient aussi autrefois à Gérardmer, semés, jusqu'à une hauteur que

(1) BULLETIN DES SERVICES DE LA CARTE GÉOLOGIQUE DE FRANCE, n° 69, t. X, 1898-1899, pp. 130 et suiv. M. le professeur *Vélain* détermine cette roche d'intrusion comme granitique. Nous avons conservé notre détermination première, faite dès avant la Réunion extraordinaire dont il est rendu compte ici, c'est-à-dire en 1897.

nous évaluons à près de 200 mètres au-dessus du thalweg de la vallée, de blocs souvent énormes, généralement anguleux, de granite porphyroïde, dont la présence sur la grauwacke peut à la rigueur s'expliquer par des éboulis, sur le côté droit de la vallée, aux hauteurs couronnées par ces roches, mais non sur le côté gauche, où les roches de grauwacke affleurent seules jusqu'à une grande distance (voir fig. 3).

On ne peut guère les attribuer qu'à des glaciers et les considérer comme des blocs erratiques. Cet appareil glaciaire et fluvio-glaciaire ne se complète nulle part, ici pas plus qu'à Gérardmer, de roches polies et striées, et dans les moraines terrasses, comme dans les tranchées du chemin de fer exécutées en 1888, nous n'avons pas trouvé, au milieu des cailloux plus ou moins roulés de granite porphyroïde, de grauwacke, de roches vertes du type dioritique, d'échantillons de galets incontestablement striés par les glaces.

Quoi qu'il en soit, ici comme sur les bords du lac de Gérardmer, nous retrouvons l'effet plus ou moins effacé de leur invasion, peut-être d'invasions multiples, suivies de retrait avec un remaniement fluvial et très énergique, remontant peut-être à la fin de la première période de recouvrement total des Vosges.

Sur le trajet de Saint-Maurice à Bussang, à gauche de la route, on voit nettement la tourbe se superposer aux terrasses morainiques ou s'adosser à ses flancs. C'est la dernière phase de la série qui a donné lieu à ces immenses accumulations détritiques. Arrivés à Bussang, une partie de la Société se détacha pour assister à un acte de la comédie populaire : *Le Diable marchand de goutte*, tandis que le gros de la troupe se dirigea immédiatement par la petite route qui se détache au sortir de Bussang à gauche de la route d'Alsace, pour joindre les sources et les bains qui ont rendu cette localité célèbre. Après la dégustation classique des eaux au Griffon et la visite à distance de l'*Hôtel des Bains* qui surmonte le bâtiment d'emmagasinage, la Société, bientôt rejointe par ceux de nos confrères qui s'étaient arrêtés au Théâtre du peuple, se dirigea tout entière vers le tunnel de Bussang, que le rapporteur de la Réunion extraordinaire de la Société géologique de France, en 1849, considère comme percé dans les schistes au contact du granite. Chemin faisant, il a été possible de recueillir des échantillons de grauwacke schisteuse avec pinnules de Fougères (1)

(1) M. le professeur *Vélain* signale en outre (BULL. DES SERVICES DE LA CARTE GÉOL., 1898-1899, pp. 130 et suiv.) des débris de tiges de Calamites, de Lepidodendron et des pinnules de Sphenopteris, et de nombreuses intercalations de roches granitiques dans le massif de la grauwacke.

de roches vertes du type anciennement appelé mélaphyre. De grands travaux de décapage faits au-dessus du tunnel à son entrée du côté de France, mettent la roche à nu sur une grande étendue.

Après la traversée du tunnel et une pointe d'environ 500 mètres sur le territoire allemand, pour admirer les beaux cônes de déjection de roches de grauwacke de la côte des Russiers, à gauche de la route, la Société a repris la grande route de Bussang, les uns pour retourner à Nancy, ou en Belgique, les autres pour continuer dans la journée de lundi leurs explorations par la grande excursion de Remiremont à Château-Lambert par la voie Ramée, sous la conduite de notre collaborateur et élève, M. *F. Barthélemy*.

Annexe au compte rendu de l'excursion du 21 août 1898.

Note sur les eaux minérales de Bussang.

En nous rendant au col de Bussang, actuellement traversé par une route en tunnel, nous avons passé, avons nous dit tantôt, par le village de Bussang, situé au pied du col à l'altitude de 601 mètres. On sait que le col se trouve à la limite de l'Alsace et de la Lorraine.

A 2 kilomètres en amont du village, sur la rive droite de la Moselle naissante, se trouvent les célèbres sources minérales où se rendent chaque été de nombreux touristes.

Ces sources, bien que situées le long d'une voie antique, ne semblent avoir été connues ni des Romains ni des habitants pendant tout le moyen âge.

En 1580, un auteur, qui a publié sur les eaux minérales et qui a séjourné à Bussang, ne fait aucune mention des sources.

Ce n'est qu'en 1615 qu'il est parlé pour la première fois des eaux de Bussang par le médecin *Berthemin;* cet auteur dit que, de son temps, les Allemands allaient boire les eaux de Bussang pour « rafraîchir et modérer la chaleur que leur avaient causé les eaux de Plombières ».

Les eaux sortent librement du sol; elles sont divisées par des éboulis, mais la source paraît unique.

Primitivement la source principale était connue sous le nom de *Bitzenback* ou *Sauer Bronn;* elle porte aujourd'hui le nom de Salmade.

Si l'on en croit le Dr *Bacher* (1738), la découverte de l'eau minérale est due à la persistance des bestiaux de la région de délaisser systématiquement les eaux de la Moselle pour les eaux de la source.

Des malades s'étant bien trouvé de l'ingestion des eaux de la source, on dut, pour qu'elles ne fussent plus souillées, les protéger par un édicule, que l'on agrandit successivement.

Vers 1726, une panique de buveurs se produisit sans motifs sérieux, puis les eaux reprirent leur vogue et des personnes de distinction vinrent y recouvrer la santé.

Depuis lors les eaux minérales de Bussang, qui sont carbonatées et ferrugineuses, ont acquis et conservé leur vogue actuelle.

A peu de distance des sources minérales, vers le col, est l'une des sources de la Moselle. On voit l'eau sortir d'un petit bassin entouré de gazon avec un écriteau explicatif.

Cette région de Bussang, autrefois bien connue par ses mines de cuivre, abandonnées depuis le commencement du siècle, doit aujourd'hui son renom aux eaux minérales faisant l'objet de cette note.

Elles sortent du puissant massif de grauwacke, pénétré de filons et d'apophyses de granite porphyroïde qui, passant la frontière au col, vient se terminer en coin sur le versant français, entre deux puissants massifs granitiques, sur les flancs de la vallée de la Moselle, vers Fresse et Ramonchamp.

De plus, le mamelon duquel surgissent les sources se trouve immédiatement adossé à la masse granitique orientée nord-nord-est qui dans cette direction enserre la grauwacke et la pénètre par places. On comprend que ces eaux réunies aient contribué à l'émission de sources dans lesquelles les bicarbonates alcalins dominent, mais où les principes minéraux tels que l'arsenic sont représentés.

Nous donnons ci-après deux séries d'analyses des trois sources de Bussang, analyses montrant, comme de coutume en pareil cas, certaines divergences, à causes sans doute multiples, mais dont l'existence même ne rend pas inutile le contrôle constitué par ces deux séries d'opérations.

Extrait du JOURNAL DE PHARMACIE ET DE CHIMIE, 5e série, tome I, 1880, pp. 44-45, sous le titre : *Composition des eaux minérales de Bussang par MM. Jacquemin* (1) *et Wilm* (2).

L'eau minérale de Bussang est une eau bicarbonatée, alcaline, légèrement ferrugineuse, dont la température est de 11 à 12 degrès. Elle est fournie par trois sources qui viennent d'être analysées presque en même temps par MM. Jacquemin et Wilm.

(1) Mémoire inédit.

(2) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 15 mars 1880.

Voici les résultats obtenus par M. Jacquemin :

	Source de la Salmade. Grande source Tocquaine (par litre).	Source des Demoiselles. Petite source Tocquaine (par litre).	Source Marie. Source communale (par litre).
	grammes.	grammes.	grammes.
Acide carbonique libre	1.4760	0.9690	1.0920
Bicarbonate de soude	1.2452	1.2040	0.9821
— de lithine	0.0041	0.0037	0.0033
— de chaux	0.5815	0.6237	0.7727
— de magnésie	0.2401	0.2867	0.2902
— de fer	0.0276	0.0291	0.0188
— de manganèse	0.0046	0.0058	0.0038
Sulfate anhydre de potasse	0.0260	0.0290	0.0191
— de soude	0.0420	0.0470	0.0355
— de magnésie	0.0480	0.0310	0.0294
Chlorure de sodium	0.0820	0.0840	0.0860
Phosphate de soude	0.0019	0.0017	0.0026
Arséniate	0.0009	0.0010	0.0008
Borate	traces	traces	traces
Acide silicique	0.0450	0.0380	0.0400
Matière organique et perte	0.0041	0.0033	0.0037
Poids total des principes minéraux	3,8290	3.3570	3.3800

Analyses de M. Wilm.

Acide carbonique libre	1.7886	1.0952	1.4260
Carbonate de chaux	0.3798	0.3737	0.4700
— de magnésie	0.1771	0.1770	0.1890
— de protoxyde de fer	0.0080	0.0029	0.0031
— de manganèse	0.0029	0.0029	0.0031
Arséniate de fer	0.0012	0.0011	0.0007
Phosphate, borate, fluorures calciques	traces	traces	traces
Acide silicique	0.0641	0.0634	0.0536
Alumine	0.0012	0.0011	0.0010
Carbonate de soude	0.6285	0.6405	0.5023
— de potasse	0.0612	0.0637	0.0467
— de lithine	0.0061	0.0074	0.0051
Sulfate de soude	0.1337	0.1327	0.1192
Chlorure de sodium	0.0836	0.0943	0.0821
Poids total des principes minéraux	3.3360	2.6559	2.9019

Journée supplémentaire. — Lundi 22 août 1898.

Compte rendu, par M. BARTHÉLEMY, de l'excursion supplémentaire du lundi 22 août, de Remiremont à Château-Lambert, par la route des crêtes.

Les moraines du Chajoux et du Travexin dans le bassin de la Haute-Moselle, celles de la Savoureuse, de l'Oignon et du Rahin dans le bassin de la Saône, les belles roches striées de Saulxures-sur-Moselotte, de Rupt-sur-Moselle et les grandes surfaces de roches moutonnées du vallon de la Presle sont depuis longtemps connues et démontrent, sans conteste, l'existence d'anciens glaciers dans les Vosges occidentales. Mais il faut gravir les crêtes, parcourir les sommets pour être à même d'apprécier la hauteur atteinte à un moment donné par les glaces.

C'est à ce point de vue que s'imposait l'exploration du contrefort montagneux qui sépare les affluents de la Moselle de ceux de la Saône entre le col d'Olichamp, au-dessus de Remiremont, et le col de Château-Lambert.

Le sommet de ce massif de 700 à 800 mètres d'altitude moyenne a conservé, en effet, des traces nombreuses du passage des glaces et, en certaines régions, les caractères les plus typiques du paysage glaciaire.

Le plateau mamelonné qui le couronne est une ancienne lande, tantôt boisée, tantôt occupée par de maigres cultures; le sol arable, composé de sables détritiques ou de tourbes, recouvre sous une faible épaisseur la roche vive, sur laquelle on retrouve facilement le moutonnement, le poli ou les stries produits par le passage des glaces. Mais, en outre, toute cette haute région se montre parsemée de ces flaques d'eau irrégulières, lacs et étangs tourbeux avec cours d'eau indécis, barrages en travers, qui toujours accusent un amas morainique récemment abandonné.

Le revers oriental, entièrement boisé, qui descend brusquement à la Moselle, est entaillé par d'étroits vallons ou des cirques aux pentes abruptes, dont le plus remarquable enferme le lac de Fondromeix, pourvu encore de ses deux hautes moraines frontales rompues en leur milieu.

Bien que le versant occidental présente des pentes plus longues et

plus douces, les thalwegs de ses différents vallons ne sont qu'une succession de lacs barrés descendant en échelons vers les vallées principales de l'Augronne, du Breuchin, de l'Oignon, etc. Là, plus que partout ailleurs, on observe une série de thalwegs *trop jeunes* qui n'ont pu encore s'approfondir et établir leur pente normale. La zone glaciaire s'est étendue sur ce versant jusqu'à une cote très basse, 320 mètres près de Mélisey, dans la vallée de l'Oignon, où l'on voit une large roche striée au voisinage d'une importante moraine suivie, à l'aval, de terrasses fluvio-glaciaires.

Le massif tout entier, on le voit, a conservé sur ses deux flancs des restes d'un appareil glaciaire très important, mais c'est le sommet de cette ligne de partage des eaux qui présente les traces les plus intéressantes au point de vue de l'extension des glaciers vosgiens pendant la période de leur plus grand développement. L'accès en a été rendu facile par la construction d'une belle route et nous avons pu parcourir en voiture les 30 kilomètres qui séparent Remiremont de Château-Lambert.

De Remiremont (400 mètres), la route gagne le col de la Demoiselle et le plateau d'Olichamp (500 mètres) qui sépare le cours de l'Augronne de la vallée de la Moselle. Ce plateau, bien connu des glaciéristes depuis les travaux d'Hogard, est en réalité une *faigne* (ou *fagne*) parsemée de tourbières et de petits étangs isolés les uns des autres par des restes de moraines, dont la mieux conservée, servant de retenue à l'étang de la Demoiselle, suit la crête même du versant de la Moselle et barre le col dans toute sa largeur. Il en résulte que les eaux du plateau d'Olichamp, au lieu de se partager normalement entre les deux versants, s'écoulent vers l'ouest, entièrement captées par l'Augronne; et cet affluent de la Saône pousse ses sources jusqu'à mi-flanc du Bambois, qui surplombe directement le vallon de la Maldoyenne et la Moselle. L'action des glaciers semble donc ici très manifeste, et si elle était à nouveau mise en doute, les arguments contraires à cette thèse devraient disparaître devant la constatation faite par M. le professeur *J. Lorié*, l'un de nos compagnons, qui a découvert dans le voisinage de la Demoiselle une très belle surface de granite strié, récemment mise à nu dans une gravière (direction des stries nord-est-sud-ouest).

Nous laissons à droite le signal de Laino (613 mètres) qui domine au nord-ouest le col d'Olichamp; le temps limité dont nous disposons ne nous permet pas de visiter les erratiques signalés autrefois par Hogard. Rappelons cependant que ces parages sont constitués par des bancs de poudingue du grès vosgien, et, sur ces assises horizontales de

grès reposent des blocs erratiques de granite et de quartzite, isolés ou disposés en traînées orientées nord-ouest-sud-est.

La route que nous reprenons gravit les pentes du Bambois, pour atteindre la ligne de crête à la Maison des Gardes (720 mètres), au-dessus des sources de la Combeauté (affluent de la Saône). Le noyau granitique du massif est recouvert jusque-là par un manteau de grès permien, dont la surface est parsemée de gros blocs de granite porphyroïde. A mesure que nous avançons vers le sud, le grès diminue d'épaisseur et prend de plus en plus l'aspect détritique, laissant voir par places le substratum de granite.

Au kilomètre 9, nous quittons la route pour visiter le contrefort de la Beuille, qui s'avance en éperon dans la vallée de la Moselle. De la pointe escarpée de la montagne on domine immédiatement le cours de la rivière et la vue s'étend vers l'est au-dessus d'une série de croupes jusqu'aux sommets les plus élevés de l'arête principale de la chaîne.

Au nord, on aperçoit toute la vallée de Cleurie, ancien émissaire normal des lacs de Gérardmer, barrée par des digues morainiques en retrait, dont la plus importante, celle de Tholy, s'élève de près de 100 mètres au-dessus de la rivière.

Vers l'est, deux cimes se détachent et se distinguent par la forme très particulière de leur profil des montagnes à sommets arrondis qui les entourent : Chèvre-Roche (828 mètres) et le Haut-du-Roc (1,016 mètres) sont l'une et l'autre couronnées par des strates horizontales de grès vosgien, sur lesquelles reposent d'énormes blocs erratiques de granite porphyroïde.

Plus loin vers l'est, c'est l'étroite *vallée du Chajoux*, où les stations de recul du glacier sont marquées par une succession de moraines frontales qui s'étagent de la côte 680 mètres, en amont de la Bresse, jusqu'au cirque à barrages morainiques du Lispach (840 mètre). (Voir planche XIII.)

Au delà, la ligne d'horizon est bornée par le massif du Honeck (1,366 mètres) qui a fourni, à n'en pas douter, la majeure partie des matériaux erratiques épars sur les sommets précités.

Si l'on jette les yeux au sud, vers l'amont de la Moselle, on observe que les flancs des collines, fortement décapés, se profilent en U suivant le modelé caractéristique des vallées glaciaires. Au loin, la vallée se rétrécit brusquement; le regard s'arrête sur de hautes parois d'où la Moselle semble s'échapper comme d'un véritable cañon, dominé au sud par la masse imposante du Ballon d'Alsace (1,250 mètres).

Après cette visite si instructive, nous reprenons notre marche vers

le sud. La route traverse une forêt, mais heureusement les talus entaillés dans le sol nous permettent d'observer une succession de roches des plus variées : gneiss noirâtre, granite porphyroïde, argilolithe du Permien, etc...

Au kilomètre 10.6, nous atteignons la roche striée de la Beuille (720 mètres, dont la découverte a éclairé d'un jour nouveau l'étude du phénomène glaciaire dans les Vosges. C'est une large surface d'un tuf porphyritique très dur, moutonnée, polie et creusée de stries fines, orientées exactement est-ouest (planche XIV, fig. 1). La route la franchit et la recouvre en partie, mais elle apparaît à droite et à gauche des talus, les sables et les galets qui la protégeaient ayant été enlevés pour servir à l'empierrement.

Ce magnifique spécimen de roche striée se trouve dans une légère dépression, entre deux lacs tourbeux ; cependant aucune hauteur importante, aucun bassin de réception ne la domine; il faut donc chercher plus à l'est, vers la crête principale de la chaîne, l'origine des matériaux qui en ont buriné la surface dans une direction perpendiculaire à l'axe de la chaîne (1).

A quelques pas plus loin, nous côtoyons un bel affleurement de grès schisteux, rouges, micacés, du Permien, surmontés de poudingues à gros galets de quartzite. La recherche des manifestations glaciaires dans cette partie des Vosges étant le but de notre excursion, l'étude des roches ne doit point nous arrêter, cependant nous ne pouvons, ici, passer sous silence une observation intéressante, même au point de vue du sujet qui nous occupe, c'est que les galets de quartzite qui dominent dans ces poudingues sont identiques aux galets qui constituent la majeure partie du *diluvium des plateaux* de la Lorraine.

Puis la route se poursuit en terrain découvert et bientôt notre attention est attirée, près de la ferme de Larray, par un amoncellement de matériaux de transport qui se dresse en élévation, sur une longueur de 50 à 60 mètres, au sommet et dans le sens de la crête, qui est ici fort étroite. C'est un amas de blocs arrondis, de galets de granite porphyroïde, gneiss granulitique, grès, etc., plus ou moins anguleux, emballés dans une roche argileuse; tous ces matériaux sont polis par le transport

(1) Une photographie du site et de la roche polie et striée de la Beuille, au kilomètre 11 de la voie stratégique des forts de la Haute-Moselle, a été adjointe par M. le professeur Bleicher à son *Compte rendu de la session extraordinaire dans les Vosges de la Société géologique de France, en 1897*. (Voir BULL. DE LA SOC. GÉOL. DE FRANCE, 3e sér., t. XXV, pl. XXVI.)

et il est aisé de constater que le sol sur lequel ils reposent a été entièrement décapé.

La situation de ces dépôts meubles sur une crête qui n'a pas 30 mètres de largeur semble paradoxale, et l'on serait tenté, à première vue, de les considérer comme les témoins d'une dénudation locale énergique. Mais un examen plus approfondi démontre que toute la masse des matériaux a subi un long transport, les blocs sont usés ou arrondis et l'on y rencontre des espèces minéralogiques trop variées, trop nombreuses pour s'être trouvées primitivement toutes rassemblées sur le lieu même du dépôt. La terrasse de Larray est donc une véritable moraine formée et déposée dans les mêmes conditions que celles d'Olichamp qui présentent les mêmes caractères et la même orientation.

Nous arrivons bientôt au point culminant de la route (820 mètres) sur un plateau désolé et inculte, intéressant pour nous en raison de la variété des roches du sous-sol désagrégées sur place et mélangées de nombreuses roches erratiques.

Puis nous descendons au col du mont des Fourches (600 mètres), la dépression la plus considérable de cette arête montagneuse, et pendant que s'apprête un frugal déjeuner dans la seule et misérable auberge de ce désert, nous visitons, à la sortie du col vers l'est, un placage d'une grande puissance formé de sables, cailloux et blocs polis, que nous sommes en droit de considérer comme d'origine morainique, car nous y avons recueilli précédemment de magnifiques blocs, striés sur toutes leurs faces, qui figurent aujourd'hui dans les collections géologiques de la Faculté des sciences de Nancy.

Après avoir dépassé le mont des Fourches, l'intérêt va croissant; les blocs erratiques se montrent de plus en plus nombreux dans les talus de la route, ils sont aussi plus volumineux à mesure qu'on s'approche des hauts sommets des Ballons.

Au bout d'une heure de marche, nous entrons dans la région la plus curieuse de cette chaîne. A droite et à gauche ce ne sont que tourbières et étangs, du milieu desquels émergent des aiguilles rocheuses de formes et d'aspect étranges. La région où cet appareil lacustre s'est le mieux conservé est comprise entre les vallées du Breuchin et de l'Oignon, qui drainent les eaux de cette immense faigne. Mais ce qui frappe, à première vue, l'observateur, c'est l'indécision des thalwegs à leur naissance. Certains de ces bassins de réception n'ont aucun écoulement; d'autres communiquent entre eux, formant chapelet et partageant également leurs eaux entre les deux rivières, comme les grands étangs d'Arfin, à l'ouest du village de Servance.

Au Bois-le-Prince (750 mètres), nous trouvons une vaste carrière où l'on exploite les blocs erratiques pour l'empierrement; l'un des plus beaux échantillons de ce gisement, un bloc de granite magnifiquement strié, a été heureusement conservé; il sert actuellement de borne de soutènement au talus de la route.

De ce point découvert, on a devant les yeux tout le massif méridional des Vosges et l'on distingue facilement les sommets des ballons de Servance, d'Alsace, de Guebwiller, le Drumont, le Hohneck, etc.

Non loin de là, près de la ferme du Baudy, nous visitons en passant un ancien filon de fluorine contenant de la galène et du molybdène sulfuré, dont l'exploitation a été depuis longtemps abandonnée.

Puis, après avoir côtoyé de nouveaux étangs et de nouvelles tourbières, nous descendons au col de Château-Lambert (740 mètres), où nous voyons, sur le glacis même du fort, les spécimens les plus remarquables et les plus volumineux de parois et de blocs striés.

L'un de ces blocs, cubant près d'un mètre, a été relevé par les soins du Génie militaire, et il porte une inscription en souvenir de la visite des membres de la Société géologique de France en 1897 (1).

Nous sommes au terme de notre excursion sur les crêtes et nous nous hâtons de faire une courte visite au pittoresque village de Château-Lambert et aux haldes d'anciennes mines de cuivre et d'argent, qui s'étalent sur les pentes de la montagne, avant de regagner, à la gare du Thillot, le train qui nous ramènera à Remiremont. Malheureusement l'heure nous presse et le temps nous manque pour examiner à loisir l'imposante terrasse de cailloux et de sables qui couvre les flancs du vallon de Vacceux; mais le trajet du Thillot à Remiremont nous fournira l'occasion d'observer des dépôts de même nature et de même origine.

Sur la rive droite de la Moselle, en effet, le débouché de presque tous les vallons latéraux est obstrué par des amas, quelquefois énormes, de matériaux meubles, à travers lesquels les ruisseaux affluents se creusent péniblement un passage. La plupart d'entre eux ne sont point parvenus encore à rejoindre le thalweg principal par une pente régulière; ils n'ont pas *atteint leur maturité*. La vallée de Morbieux, près de Ramonchamp, offre le plus bel exemple de cette anomalie.

Sur la rive gauche, les vallons présentent un caractère un peu diffé-

(1) Voir planche XIV, figure 2, la photographie d'un bloc strié de porphyre quartzifère recueilli dans ce gisement et qui figure dans les collections géologiques de la Faculté des sciences de Nancy.

rent. Creusés dans des pentes abruptes et ouverts dans la direction du nord-est, ils sont moins exposés au rayonnement solaire; les glaces s'y sont maintenues assez tard pour que l'action du ruissellement n'ait pu encore en régulariser les profils et que des moraines s'y soient conservées presque intactes. Tel le lac de Fondromeix, dont nous apercevons au passage les deux moraines parallèles. C'est une cûvette lacustre, actuellement envahie par la tourbe, dont le plan d'eau est à la cote 578.4, alors que les parois du cirque qui l'enferme s'élèvent à 820 mètres. Ses deux moraines sont rompues en leur milieu et le ruisseau issu du lac descend de 175 mètres, sur un cours qui n'excède pas 1 kilomètre, pour rejoindre la Moselle.

Fondromeix eût bien mérité une visite; mais le soleil est près de disparaître, et le train nous dépose bientôt à la gare de Remiremont, aux pieds de cette terrasse de la Madeleine, qui réclamerait elle aussi notre attention, car si elle n'est pas le résultat direct d'un transport glaciaire, du moins est-il permis de la considérer comme un amas de matériaux glaciaires remaniés.

L'heure est venue de nous séparer après cette dernière et très longue excursion. La journée a été chaude, un peu trop peut-être à notre gré; pourtant nous devons rendre grâce au ciel de nous avoir épargné les généreux arrosages des jours précédents.

ANNEXE AU COMPTE RENDU DE L'EXCURSION DU 22 AOÛT 1899.

Note complémentaire. — L'origine probable du limon hesbayen.

Aux cours des diverses excursions dans les couches jurassiques, surtout vers le nord, entre Nancy et la frontière belge, M. *Rutot* a remarqué que les calcaires impurs jurassiques, largement développés, sont recouverts de couches parfois épaisses de résidus d'altération *in situ* de ces roches.

L'altération des calcaires impurs fournit, en effet, des grains de sable quartzeux très fins, abondants, des grumeaux de silicate d'alumine ou d'argile, avec des particules calcaires plus ou moins abondantes selon le degré d'altération. Ces revêtements altérés sont d'une couleur jaunâtre ou rougeâtre.

Or, tels qu'ils sont, ils ont une très grande ressemblance avec le limon quaternaire belge, non seulement comme couleur, mais comme

composition lithologique; la différence essentielle existante consiste en ce que, en Belgique, les limons sont nettement stratifiés.

M. Rutot est donc disposé à croire que ce sont ces couches d'altération qui ont fourni les éléments du limon quaternaire de la Belgique.

Lors de la fonte des glaciers des Vosges pendant l'époque du Mammouth, les eaux de fusion se dirigeant vers le nord et le nord-ouest ont dénudé et mis en suspension les éléments altérés, les ont charriés dans le sens de l'écoulement et les ont ensuite abandonnés par sédimentation lors de la grande inondation hesbayenne, correspondant au dépôt du *lœss* dans la vallée du Rhin.

Dans cette vallée, comme en Belgique, on rencontre très fréquemment la superposition très nette du limon stratifié sur les couches fluviales à *Elephas primigenius* et à *Rhinoceros tichorhinus*.

Il n'y a, dans tout ceci, de la part de M. Rutot, qu'une simple indication; il n'a pas eu l'occasion d'étudier la question en détail.

PREMIÈRE ANNEXE.

OBSERVATIONS SUPPLÉMENTAIRES

SUR

LE QUATERNAIRE DE LA LORRAINE ET DES VOSGES (1)

PAR

le Dr J. LORIÉ

INTRODUCTION.

Les glacialistes européens sont actuellement assez bien d'accord pour admettre trois périodes glaciaires dans la région des Alpes.

Pendant la PREMIÈRE, les vallées actuelles étaient encore rudimentaires; les moraines profondes des glaciers et les graviers fluviatiles qui en résultèrent, constituent actuellement le *gravier des plateaux* ou *Deckenschotter*.

Pendant la première période interglaciaire eut lieu un fort creusement de vallées, lesquelles furent en partie remplies dans la SECONDE période

(1) Pour l'étude des éléments topographiques, voir les « quarts » de feuille suivants de la Carte topographique de France à l'échelle du 80 000e :
Feuille 69 : NANCY, nord-ouest et nord-est.
Feuille 85 : ÉPINAL, nord-ouest, sud-ouest et sud-est.
Feuille 100 : LURE, nord-ouest, nord-est et sud-est.

glaciaire, la plus importante des trois. Les restes des dépôts de gravier constituent les *hautes terrasses* actuelles, les *Hochterrassenschotter,* qui sont reliées aux moraines profondes et frontales les plus éloignées des centres de glaciation.

Des phénomènes analogues se produisirent successivement dans la seconde période interglaciaire et dans la TROISIÈME période glaciaire. Il en résulta les moraines internes et les graviers des *basses terrasses* ou *Niederterrassenschotter,* qui ont été érodées à leur tour pendant les temps postglaciaires. Mon but est de tenter ici de rattacher mes propres observations à ce schéma, afin de classifier chronologiquement les remarques que j'ai pu faire au cours de notre Session dans les Vosges.

PREMIÈRE PARTIE. — MOSELLE ET MEUSE.

Mes observations, quant aux plateaux, se bornent aux environs immédiats de Nancy, au Champ-de-Bœuf, situé à 350 mètres de hauteur à l'ouest de cette ville (1). J'y trouvai, le 17 août 1898, des cailloux de quartz et de quartzite bleuâtre, qui ressemblent beaucoup à ceux des *poudingues triasiques des Vosges* et pourraient très bien résulter de la destruction de ceux-ci.

Des vestiges de plateaux analogues se trouvent entre Toul-sur-Moselle et Pagny-sur-Meuse, entre autres les Bois-de-Pagny, de Romont, de Longor, de Harum, etc., atteignant de 360 à 400 mètres de hauteur.

A l'ouest et au sud de Lay-Saint-Remy, on voit des hauteurs inférieures, constituant une haute terrasse, large de 3 à 4 kilomètres. C'est, par exemple, le Bois-Moncel et la plaine cultivée entre Pagny et Lay, où je ramassai plusieurs cailloux, exclusivement de quartz et de quartzite. Cette terrasse s'élève jusque 300 mètres et elle est coupée à son tour par le ruisseau de Pagny à l'ouest, et par l'Ingressin à l'est.

Or le fond de la vallée du premier est en continuité directe avec une plaine un peu plus élevée que la vallée de la Meuse, une basse terrasse. Elle se continue en amont dans la vallée de l'Ingressin, qui coupe une plaine tout à fait analogue, où s'élève le village de Choloy, pour atteindre la Moselle. Or cette plaine se trouve à la cote de 250 mètres en moyenne et s'élève par conséquent à 5 mètres au-dessus de la vallée de la Meuse (alt. 245 mètres) et 45 mètres au-dessus de celle de la Moselle (alt. 205 mètres).

(1) Voir la figure 2 de la page 185 de la première annexe de M. Bleicher.

Je ne trouve donc aucun inconvénient à admettre que la Moselle, dans les deux premières périodes glaciaires, aurait coulé à niveau plus élevé vers la Meuse et aurait formé la haute terrasse de Lay, etc. Elle aurait même continué à couler dans cette direction pendant la dernière période glaciaire, s'étendant alors sur la basse terrasse. L'ancienne vallée de la haute terrasse est large et rectiligne; celle de la basse terrasse est étroite et forme des boucles. J'y vois la preuve d'une diminution de volume de la Moselle, ou plutôt du bras qui se jetait dans la Meuse et qui se serait appauvri au profit d'un autre bras, qui se déversait dans la Meurthe et qui serait devenu la rivière entière actuelle.

Si les relations topographiques ne sont pas trop compliquées, on ne peut pas en dire de même des cailloux. Il semble que les indications de la carte géologique soient trop absolues. D'après ce document, des cailloux vosgiens se trouveraient dans les hautes terrasses de la Meuse, en aval de Pagny, et de la Moselle en amont de Toul, mais non en sens inverse, autant que dans la basse terrasse entre ces deux rivières.

Or, d'après M. Bleicher, on y trouve en abondance des quartz et des quartzites, mais très rarement des granites, etc., qu'on prétend venir des Vosges, sans qu'on ait essayé de les identifier avec des roches vosgiennes bien caractérisées.

J'observai moi-même incidemment la présence de cailloux sous une couche de limon fluviatile dans la basse terrasse entre Toul et Choloy, de sorte qu'il est très probable qu'une rivière y ait coulé. Laquelle? L'hypothèse précitée donne une réponse qu'on attend en vain du côté opposé.

Pendant la discussion qui suivit mon exposé, fait à Nancy, M. *Bergeron* me signala l'existence de vallées *pliocènes* et même *miocènes* en France. MM. *Nicklès, Stainier* et *Rutot* considèrent les cailloux des plateaux de Nancy, de même que ceux observés en Belgique, comme *pliocènes*. A Riedselz, près de Weissenburg, en Alsace, il y a un dépôt de sable et de gravier, considéré également comme *pliocène*.

Or je me suis demandé pourquoi? Est-ce qu'on y a trouvé des ossements de mammifères pliocènes? Je n'en sais rien!

A mon retour du voyage des Vosges, j'en parlai avec M. *Schumacher*, le distingué géologue alsacien, qui s'y occupe spécialement du Quaternaire. Sans trop de difficulté, nous nous mîmes d'accord sur ce point que beaucoup de ces prétendus dépôts *pliocènes*, sinon tous, sont l'équivalent du *Deckenschotter* des Alpes.

Dernièrement M. *Steinmann* (*Die Entwickelung des Diluviums in Südwest-Deutschland;* ZEITSCHRIFT DER DEUTSCHEN GEOLOGISCHEN GE-

SELLSCHAFT, 1898) s'est prononcé (p. 88) ainsi : « Les formations glaciaires les plus anciennes sont attribuées ordinairement au temps *pliocène;* leurs dépôts fluvio-glaciaires sont nommés *Deckenschotter.* »

La question entière prend ainsi un aspect plus simple; la décision finale sur la prétendue communication « Moselle-Meuse » doit être réservée à des recherches spéciales d'une plus longue durée que celles de M. Davis et de moi.

Par la complaisance de mon ami M. Van den Broeck, je viens d'avoir l'occasion d'étudier une épreuve du Compte rendu de la session, qui m'engage à émettre quelques observations relatives à certains passages du texte de M. Bleicher.

J'ai d'abord été frappé des mots « remontant une forte pente » au bas de la page 89, car je croyais qu'il n'avait jamais été question que d'une Moselle *ancienne,* coulant à un niveau plus élevé et dont le lit abandonné aurait été dénudé ultérieurement par l'érosion locale de l'Ingressin. Mais il faut convenir que la coupe théorique, donnée par Wohlgemuth et mentionnée par M. Bleicher (Compte rendu de la deuxième journée, p. 91), justifie ce reproche.

A la page 90, il est question du forage D; pour moi, il prouve uniquement l'épaisseur de 8 mètres de la grouine en ce point. Il en est plus ou moins de même du forage E, cité à la page 91. Il est toujours *possible* qu'il existe des cailloux vosgiens, cachés *sous* la grouine d'une part, ou *sous le sable vosgien* de l'autre. Et quand même on aurait atteint le sous-sol jurassique sans trouver de cailloux, la possibilité resterait toujours qu'ils aient pu disparaître par suite de la dénudation, ou qu'ils n'aient accidentellement pas été déposés en ces points localisés du lit de la rivière hypothétique. Les conclusions qui sont tirées de ces sondages me paraissent, par conséquent, un peu prématurées.

J'ai noté avec satisfaction, page 92, la trouvaille des *cailloux vosgiens de grande taille* dans les champs, à une altitude de 299 mètres. J'en ai trouvé aussi à ce point et considère cette plaine cultivée comme un vestige de haute terrasse (p. 165).

Au milieu de la page 93, je note un passage pour lequel je ne saurais souscrire aux paroles de M. Bleicher. Le seuil du val de l'Ane est à 258 mètres; éliminons les 8 mètres de grouine, il reste 250 mètres. *Si l'on suppose le seuil relevé d'une quarantaine de mètres,* on arrive au niveau de 290 mètres, ce qui n'est encore que la haute terrasse, par conséquent une vallée bien prononcée et nullement, comme le dit le vénéré auteur, « un plan incliné, une pente douce existant entre les Vosges

et le bord du bassin de Paris ». Ce plan incliné, le plateau, n'est atteint qu'à 350 mètres, donc à une soixantaine de mètres plus haut. La rivière « au nom inconnu », coulant dans une vallée distincte, était donc très bien la Moselle, qui est descendue à un niveau inférieur par suite de l'érosion de son propre lit.

SECONDE PARTIE. — MES OBSERVATIONS DANS LES VOSGES.

A. — Hautes Terrasses.

J'en visitai une sur la rive droite de la Moselle, tout près et en aval d'*Épinal*, et j'y trouvai un gravier composé principalement de quartz et de quartzites jusqu'à 8 centimètres, avec quelques rares granites et gneiss jusqu'à un décimètre.

Il faut cependant quelque prudence ici en ce qui concerne l'admission de graviers quaternaires, car un bon nombre de cailloux quartzeux peuvent être dérivés des poudingues triasiques du voisinage.

La plaine en question est à 400 mètres, soit 60 à 70 mètres au-dessus de la Moselle (rails à Épinal à la cote de 341 mètres).

Une autre haute terrasse se trouve en amont d'Épinal, tout près d'Arches, et atteint 430 mètres, donc 80 à 90 mètres au-dessus de la Moselle (rails à 352 mètres). Les cailloux ne manquent pas dans les champs, mais les granites et les gneiss y sont de nouveau en minorité évidente contre les cailloux quartzeux et atteignent un décimètre d'épaisseur.

Vis-à-vis de cette terrasse, on observe celle d'Archettes, haute de 425 mètres.

B. — Basses Terrasses.

Les basses terrasses sont beaucoup plus fréquentes le long de la Haute-Moselle et de ses confluents et présentent tant d'analogies entre elles que je veux les traiter sommairement.

J'en visitai une à Dinozé, tout près et en aval d'Arches. Une sablière y est située à une vingtaine de mètres environ au-dessus de la Moselle. Le sable est couvert d'un gravier très grossier, avec des cailloux jusqu'à dix centimètres, parmi lesquels *les granites sont très fréquents,* de même que dans les graviers actuels de la Moselle.

On peut facilement poursuivre cette basse terrasse en amont; elle porte généralement le chemin de fer et la grande route de Remiremont, ainsi que le village d'Arches, situé à 10 mètres au-dessus de la Moselle. De nouveau les cailloux granitiques y atteignent parfois 40 centimètres d'épaisseur. Dans une des coupes j'observai, sur le poudingue triasique en place, 3 mètres de sable assez bien stratifié, parfois obliquement, puis 2 mètres de gravier, stratifié beaucoup plus irrégulièrement, dans lequel des cailloux grands et petits gisent pêle-mêle. Évidemment cette partie a été déposée par les eaux de fonte du glacier et tout près de son bord.

A Remiremont, vis-à-vis du cyclodrome, une grande sablière permet de jeter un bon coup d'œil sur les éléments de la basse terrasse. La masse principale est un sable stratifié avec du gravier, mais sans erratiques, épais d'une douzaine de mètres. Il est couvert de $1^m,50$ de blocs assez volumineux, une *Steinpackung,* stratifiée à la base, dans laquelle les gneiss et les granites sont de nouveau en majorité par rapport aux grès, aux quartz, etc. Les couches sableuses montent vers l'ouest, où elles reposent sur un dépôt stratifié de gros cailloux, contenant quelques erratiques de dimensions métriques. Nulle part je n'y ai vu de véritable argile à blocaux, de sorte que ces deux dépôts grossiers sont probablement des moraines profondes lavées.

A plusieurs reprises, j'ai donc été frappé du contraste entre les graviers des hautes terrasses et ceux des basses terrasses. Les granites et les gneiss sont en minorité absolue dans les premiers, en majorité dans les derniers. Or ce contraste me paraît être une chose fort naturelle, ce que je tiens à relever à propos du scepticisme fort utile de M. Bleicher (p. 166).

D'abord les granites, etc. sont moins résistants et plus facilement décomposables que les roches quartzeuses, ce qui les fait diminuer plus vite pendant le transport depuis les Vosges, tant en taille qu'en nombre. Ensuite la quantité des derniers s'accroît par la destruction des poudingues le long de la rivière. Troisièmement, il est assez probable que jadis le grès des Vosges a recouvert la majeure partie du territoire granitique, qui est maintenant à découvert, en suite de la dénudation.

Il n'est donc nullement surprenant que les dépôts fluviaux sont d'autant plus riches en quartz, etc. et plus pauvres en granites, etc. à mesure qu'ils sont plus anciens et plus excentriques. Il *doit* en être ainsi.

Quant à nos basses terrasses, j'en observai encore au point où la vallée de la Vologne s'élargit subitement; elle porte le hameau des

Evelines et une belle moraine frontale. Plus loin en aval, on la voit du chemin de fer, à Docelles, non loin de la réunion de la Vologne et de la Moselle.

La vallée de la Moselotte présente des fragments distincts à Dommartin, à Vagney et entre Thiéfosse et le hameau des Graviers.

Dans la vallée de la Moselle, j'en vis une, coupée, en aval de Lepange. La partie moyenne, épaisse de 50 centimètres, contient de gros blocs de poudingue, jusqu'à 4 décimètres, que les granits surpassent toutefois en nombre. Évidemment c'est le produit de lavage d'une moraine, déposé près de la glace, porté et surmonté de sables et de graviers ordinaires, déposés à une plus grande distance. Le tout ne s'élève que d'une dizaine de mètres au-dessus de la Moselle.

D'autres fragments s'observent en aval de La Roche, où elle est couverte d'une moraine profonde, entre Ferdrupt et Remouchamp et en aval du Thillot. Ici, elle porte une espèce de dos, qui s'élève jusqu'à 10 à 12 mètres au-dessus de la Moselle. Vu son uniformité horizontale, je le considère comme la terrasse de la vallée latérale du Menil, dans laquelle il monte à vue d'œil. La terrasse de la Moselle même réapparaît sur les deux rives de l'autre côté du Thillot.

C. — Moraines profondes.

Tout près de Remiremont, dans l'angle de la Moselle et de la Moselotte, on voit un fragment de basse terrasse, composé de sable et de gravier bien stratifiés. Il est surmonté d'erratiques, amoncelés sans régularité, probablement un reste de moraine profonde lavée, peut-être aussi d'une moraine frontale.

Les environs de Gérardmer en présentent plusieurs bonnes coupes; c'est une argile très sableuse ou un sable très argileux, contenant un assemblage irrégulier de blocs arrondis, grands et petits.

Le premier point est le faubourg de Remiremont, sur la rive méridionale du lac. Le second, l'angle entre la Jamagne et le lac, à 150 mètres environ au-dessus de l'eau. Le troisième, entre la grande route de Longemer (Schlucht) et le chemin de fer, là où ils se rapprochent le plus. Le quatrième est le petit « Théâtre du Peuple » au Saut-des-Cuves, dont l'excavation a été creusée dans l'argile même. Le cinquième, à Xonrupt; on y voit des blocs erratiques, jusqu'à 2 mètres, mêlés sans aucun ordre.

On l'observe très bien aussi dans la profonde vallée de la Vologne,

au point où cette dernière reçoit la Jamagne ; elle y a une épaisseur de plusieurs mètres.

Finalement je la revis dans la vallée de la Savoureuse, tout près de Giromagny, dans une carrière du faubourg Saint-Pierre. Elle y a une épaisseur de 2 mètres et contient des erratiques jusqu'à $1^{m},50$. Ensuite, dans l'angle N.-W. du Bois du Mont, près de Sermamagny, et dans l'angle S. de la même colline, près de Valdoie.

D. — Roches moutonnées, Marmites de géants, Stries glaciaires, Blocs isolés, Épaisseur du Glacier

Pendant mes courses, je n'ai observé qu'un petit nombre de roches moutonnées. La première, à Saint-Nabord, en aval de Remiremont et tout près de la route. La surface était à nu et très décomposée, de sorte qu'il n'y avait guère de chance d'observer des stries glaciaires.

J'en vis d'autres près de la Moselotte, en aval de Saulxures, entre Cornimont et Les Graviers; elles ne modifient pourtant pas notablement l'aspect entier de la vallée, qui y ressemble à tant d'autres.

Tout près du dernier endroit, au pont de la filature, le lit de la rivière présente une couple de très belles marmites de géant, avec les cailloux à l'intérieur. Évidemment, elles sont tout à fait récentes, non glaciaires.

Il en est autrement d'une demi-marmite à parois lisses, que j'observai dans la paroi verticale de la rive gauche de la Savoureuse, à mi-chemin de Malvaux à Lepuix. Elle se trouve à quelques mètres au-dessus de la chaussée et date par conséquent de bien loin.

Le *Guide Joanne* mentionne de cet endroit des stries glaciaires que je n'ai pas réussi à trouver.

Quant à ces dernières, quelques participants de l'excursion, sous la conduite de M. Barthélemy, en ont observé de très belles, du côté gauche de la Moselle, où le célèbre « chemin des crêtes », de Remiremont à Rupt, change brusquement de direction dans le Bois de la Racine, du sud à l'est. Elles ont été burinées dans le tuf porphyrique et viennent apparemment du W. 10° S. (1).

Cependant, dans cette direction, le sol descend vers la vallée de la

(1) Voir pour l'aspect du sol, la planche XXVI du tome XXV (3e série) du *Bulletin de la Société géologique de France* (1888), et, pour l'aspect de la roche striée, la figure 1 de la planche XIV du présent compte rendu.

Saône et la glace y est donc venue plutôt du côté opposé. C'est le grand glacier de la Moselle qui a débordé en ce point-ci, à travers la ligne de partage, dans le Val d'Ajol.

Pendant les excursions, que je fis ensuite avec mon compatriote, M. *Kruseman,* de Bruxelles, j'eus la chance d'en découvrir de nouvelles, à une heure de distance de Remiremont vers Plombières et à 1 kilomètre au plus à l'ouest de l'auberge de « La Demoiselle ». A la ferme de « Ribaugoutte » se trouve une petite carrière dans le granite, où la roche solide est mise à nu et présente une surface moutonnée avec de superbes polis et stries glaciaires. Elles sont dirigées vers le S. 35° W. et dues à la même cause que les précédentes ; la glace y a débordé dans la vallée de l'Ogronne (Eau grogne) et dans le bassin de la Saône. Je reviendrai à ce point en parlant des moraines terminales.

Un autre phénomène curieux est constitué par la présence d'*erratiques isolés.* Je les vis avec M. *Kruseman* sur deux montagnes que l'obligeant M. *Barthélemy* nous avait signalées.

La première, la *Chèvre-Roche,* dans l'angle est de la Moselotte et de la Cleurie, est principalement composée de granite. Le sommet en est entouré d'énormes parallélipipèdes de poudingue, détachés de la roche intacte qui constitue un petit plateau et porte un grand nombre d'erratiques de granite, apportés évidemment par le glacier quaternaire.

Le pendant de la « Chèvre-Roche », le « Haut-du-Roc », se trouve tout près du « Rupt-de-Bamont », qui se jette dans la Moselotte à Saulxures. Les blocs glissés de poudingue atteignent jusqu'à 5 mètres de longueur ; les erratiques granitiques ont parfois 3 mètres de diamètre.

La figure 1 de la planche XII donne une bonne idée de la profusion dans laquelle on voit parfois ces blocs isolés. Elle représente les roches dites « Moutons de Gérardmer ».

Les stries et les erratiques nous fournissent un bon moyen d'évaluer l'épaisseur de la glace quaternaire.

1° Sur le col de la Demoiselle, signalé plus haut, les erratiques de granite se trouvent encore plus haut que les stries glaciaires.

J'en vis au signal de Laino, qui atteint 613 mètres ; les rails à Saint-Nabord sont à 405 mètres, ce qui donne une différence d'environ 200 mètres pour l'épaisseur possible de la glace.

2° Dans le Bois de la Racine, les stries glacières sont à 714 mètres ;

les rails à Maxonchamp-sur-Moselle à 414 mètres; différence d'environ 500 mètres.

3° Les erratiques de la Chèvre-Roche sont à 828 mètres; les rails à Vagney-sur-Moselotte, à 408 mètres; différence d'environ 400 mètres.

4° Les erratiques du Haut-du-Roc sont à 1016 mètres; les rails à Saulxures-sur-Moselotte à 464 mètres; différence d'environ 550 mètres.

E. — Moraines frontales. Origines des lacs.

Pour moi, la moraine frontale la plus importante de celles que j'ai visitées, se trouve entre Épinal et Remiremont. Elle a été nommée d'après le hameau de Longuet, qui se trouve en amont, ou d'après la ferme de Noir-Gueux, qui se trouve à proximité.

Or, en suivant la route d'Épinal, on aperçoit, au delà d'Éloyes, un arc peu élevé, croisant la route et atteignant la montagne mais non la rivière. Sa hauteur est inégale, de sorte qu'on y distingue plusieurs collines alignées, couvertes d'erratiques volumineux de granite et de poudingue, cubant jusqu'à 1 mètre et cachés entre les hautes bruyères et les sarothamnes.

A 200 mètres en amont se trouve une seconde moraine frontale, plus complète, distinctement en arc et portant de très gros erratiques amoncelés. Elle est coupée par le chemin de fer et montre un sable non stratifié, mêlé d'erratiques sans aucun ordre. Sa surface s'élève de 12 mètres au-dessus des rails, de sorte qu'elle appartient évidemment à la basse terrasse et à la dernière glaciation.

Ces deux moraines sont peu élevées, mais cela s'explique facilement par le bref séjour du glacier. Leur forme en arc allongé, ayant la même hauteur près de la montagne et de la rivière, écarte toute idée d'un delta torrentiel, issu de la montagne, comme l'imagine M. Lamothe.

A une distance médiocre de cette moraine se trouvent les superbes stries glaciaires du Col de la Demoiselle et, tout près d'ici, une série de moraines frontales parallèles.

C'est en suivant la belle route de Plombières à Remiremont qu'on voit la vallée de l'Ogronne perdre graduellement son aspect sauvage et pittoresque et se changer en une prairie peu concave.

Or, à 7 kilomètres de Remiremont, tout près de la métairie nommée Château de Montagu, on observe trois petites hauteurs, alignées au travers de la vallée.

A 2 kilomètres plus loin, près de la ferme d'Olichamp, le lit de

l'Ogronne se rétrécit soudainement en entrant dans un cône de déjection, déposé dans la vallée et appuyant en amont contre une petite moraine transversale, bien reconnaissable comme telle, haute de 3 mètres, large de 100 mètres. Elle me fait considérer les trois collines précitées comme les restes de la moraine la plus avancée.

A 200 mètres en amont de la seconde moraine s'en trouve une troisième, haute de 1 mètre, large de 40 mètres; puis viennent une quatrième et cinquième, assez insignifiantes. Une sixième est élevée de 2^m,50 et large de 100 mètres. Une septième se trouve directement derrière l'auberge La Demoiselle et a une hauteur de 1 mètre. La huitième, en face de l'auberge, est la plus prononcée; elle s'élève de 3 mètres et est plusieurs fois plus longue que les précédentes, puisqu'elle est en dehors de la vallée de l'Ogronne et sur la crête de partage Saône-Moselle. C'est un dos, couvert de bruyère et d'erratiques métriques.

Un étang qui se convertit en tourbière sépare cette moraine de la neuvième, qui est *en dehors* de la huitième, mais plus élevée d'une centaine de mètres, puisqu'elle repose sur la montagne qui flanque la vallée de l'Ogronne. Elle porte également des blocs métriques et supporte le signal de Laino (p. 172).

Les moraines frontales des vallées de la Vologne et de la Savoureuse sont moins intéressantes; je ne les mentionnerai que sommairement.

Celles de la première de ces vallées se trouvent à 2 kilomètres en amont du village de Granges; il y en a trois, tout près l'une de l'autre. La moyenne est la plus élevée et attire directement l'attention. Les erratiques métriques de granite y sont tellement fréquents qu'on y exploite une carrière avec une taillerie.

Quant aux moraines de la vallée de la Savoureuse, en amont de Belfort, je remarquai la première près de la borne kilométrique 13 (à partir du Ballon d'Alsace). La prairie voisine est la moraine profonde, qui procure nombre d'erratiques, presque tous des granites, mais aussi quelques poudingues, ce qui est très important, vu le voisinage de la crête des Vosges (p. 169). A cette moraine en succèdent trois autres, puis une longue « basse terrasse », jusqu'au village de Lepuix.

Pour moi, les moraines frontales les plus intéressantes que j'ai visitées, après celle de Longuet, se trouvent dans la vallée de la Cleurie, confluent de la Moselotte.

En remontant cette vallée depuis Le Syndicat (ante Dreyfus), je remarquai la première moraine frontale immédiatement derrière le village du Tholy; elle est bien développée et en partie composée de sable stratifié avec plusieurs erratiques.

Tout près il en est une seconde, haute de 90 mètres, portant plusieurs erratiques et ne laissant au ruisseau et à la route qu'un passage étroit. La troisième moraine est peu éloignée et séparée, par une plaine tourbeuse de 1 kilomètre de longueur, de la quatrième, qui est près de la cinquième. L'intervalle constitue une couche de tourbe, en exploitation régulière et épaisse de 1 mètre.

La cinquième moraine est bien développée des deux côtés de la Cleurie, qui s'y est frayé un passage étroit. Elle est suivie de 1 $^1/_2$ kilomètre de tourbières, jusqu'à la sixième moraine, qui est très facile à distinguer, plus basse au milieu que des deux côtés et porte le village du Beillard.

Une quatrième plaine tourbeuse, longue de 1 $^1/_2$ kilomètre, conduit à la septième moraine, peu prononcée. La huitième est tout près, beaucoup plus développée et porte le village du Cresson. Cette moraine a ceci de remarquable, qu'elle ne tire l'attention que du côté aval. Après l'avoir gravie, on voit une plaine en terrasse, coupée diagonalement par la Cleurie, qui passe ainsi au côté septentrional de sa vallée. Une sablière dans cette terrasse présente 11 mètres de sable, couverts de 1 mètre de sable argileux avec des cailloux granitiques, jusqu'à 6 centimètres. Une seconde sablière est plus instructive; on y voit en bas des couches de sable, inclinées vers l'ouest (en aval) sous un angle de 30-35° et couvertes en discordance de 2 mètres de sable et de gravier, stratifiés horizontalement. L'origine de la terrasse est maintenant claire; elle s'est formée dans un lac temporaire entre la huitième moraine et le front du glacier. Les eaux de fonte l'ont rempli de couches inclinées jusqu'à son niveau et ont haussé ensuite le sol de sable et de gravier en couches horizontales. Le plan de contact est par conséquent un niveau d'eau fossile.

Le lit de la Cleurie monte et se rétrécit à vue d'œil et traverse la neuvième moraine, distante de 1 kilomètre de la précédente et tout près de la dixième ou dernière, celle qui a barré la vallée et donné naissance au lac de Gérardmer.

Les gens des environs y ont creusé plusieurs trous, qui montrent la structure, très peu typique pour une moraine, il est vrai. Si l'on ne voit que ces excavations, on a de la peine à admettre la nature morainique du barrage, mais ce doute disparaît quand on a fait la promenade décrite, avec sa dizaine de moraines frontales, sur une distance de 8 kilomètres. C'est l'*ensemble des faits* qui fait prendre parti.

La complaisance de mon ami M. Van den Broeck me met en état de reproduire une coupe dans cette moraine, dessinée par M. Bleicher

et située du côté de la route du Tholy (fig. 1). A est une masse de gravier, contenant des blocs épars, plus ou moins arrondis, et des lentilles de sable A'. Il ravine, suivant le plan B, un sable grossier E, à stratification confuse, également avec des blocs épars.

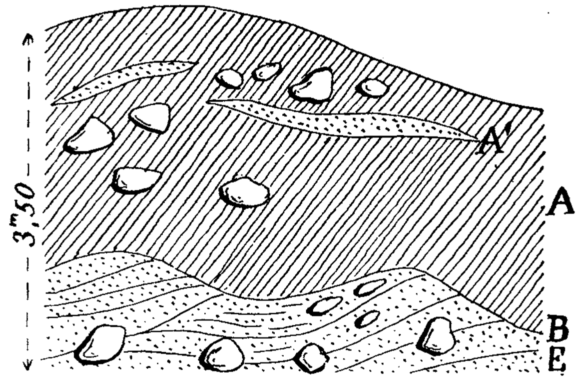


FIG 1. — *Coupe de la moraine frontale ayant barré la vallée de Gérardmer et donné naissance au lac.*

La figure 2 de la planche XII représente une autre coupe dans cette même moraine terminale et la planche XIII un fragment de moraine frontale, en amont de La Bresse, dans la vallée du Chajoux, traversée par la Moselle supérieure.

La petite vallée de la Cleurie actuelle, allongée artificiellement par un fossé dans une blanchisserie, traverse encore cette moraine dans son endroit le plus bas.

Il est impossible pourtant aux eaux du lac de Gérardmer de s'y écouler, car la petite passe s'élève d'une dizaine de mètres au moins au-dessus de son niveau.

Nous voyons donc comment le glacier a échoué neuf fois pour barrer la vallée, et y a réussi la dixième fois en créant le superbe lac de Gérardmer.

En continuant la promenade, il est impossible de se douter que le lac n'est que la vallée même, barrée. Elle se continue par les lacs de Longemer et de Retournemer, pour ne finir qu'au pied du Hohneck.

Il nous faut donc chercher : 1° la cause du barrage de ces deux derniers lacs et 2°, celle de l'écoulement latéral par la Jamagne et par la Vologne.

Selon quelques auteurs, Retournemer serait également barré par une moraine. Je me suis convaincu qu'il n'en est pas ainsi, mais que le barrage et le seuil de la belle cascade sont formés par la roche solide. La dépression n'est qu'un cirque au pied du Hohneck, causé peut-être par le creusement direct du glacier, descendant par une pente extrêmement raide.

Le lac de Longemer a probablement eu un niveau plus élevé ; on en voit les traces dans les petits deltas des ruisseaux de la rive occidentale.

Probablement la plaine de prairies, qui borde l'extrémité inférieure du lac, a une origine analogue et est due au ruisseau des Charbonniers, qui vient de l'est.

Cette plaine n'est donc pas le barrage original, qui se trouve un peu plus loin, et est constitué de nouveau par une moraine frontale, suivie de très près d'une seconde et probablement de trois autres.

Ici la Vologne, qui draine le lac, coule dans une vallée paisible, plate et large, portant même une métairie. Pourtant on y voit aussi quelques roches moutonnées et des blocs erratiques.

Le paysage change subitement au Saut-des-Cuves. La Vologne entre dans une gorge avec plusieurs cascades, où l'érosion est encore très active. Évidemment, ce n'est pas ici une ancienne Cleurie supérieure (qui a été obstruée par les dépôts morainiques), mais un écoulement *latéral*, assez récent. En aval du Pont-des-Fées, la gorge se termine et la Vologne quitte le thalweg de la Cleurie pour entrer dans une seconde gorge, beaucoup plus profonde.

La Jamagne, sortie du lac de Gérardmer, n'en quitte le thalweg qu'à la bifurcation des routes de Kichompré et de la Schlucht. Elle y entre dans un pendant de la vallée de la Vologne ; les berges escarpées sont semées de blocs angulaires de granite, tombés des hauteurs.

La vallée commune conserve ce caractère inachevé jusqu'à Pétempré, à 4 kilomètres en amont de Granges, où elle acquiert tout à coup une largeur double et un caractère plus doux et calme, plus ancien. Ci-dessus (p. 170) nous avons pourtant vu que les deux parties si différentes existaient déjà dans la dernière période glaciaire.

Cette allure si étroite et *rectiligne* est très curieuse et force presque à croire à une fente préexistante, qui aurait aidé et dirigé l'érosion, et l'on se demande si ce n'étaient pas les eaux glaciaires qui ont poussé cette érosion à créer les écoulements latéraux de la vallée obstruée de la Cleurie. Ce point est si difficile qu'il mérite pour sa solution plus d'expérience et de temps que je n'avais à ma disposition.

Je joins à la description de ces trois lacs, celle de trois autres que j'ai visités sur le versant allemand des Vosges.

1° *Lac du (Grand) Ballon ou Belchensee.* — La position en est analogue à celle du lac de Retournemer. De trois côtés s'élève la montagne abrupte, constituant un véritable cirque; le barrage est formé par la roche solide. Les rives sont jonchées de gros fragments de roche, couverts de grouine, qui est lavée par les vagues. Lors de ma visite, l'eau était très basse et je pus y distinguer *six* lignes de niveau successives.

2° et 3° *Lacs Noir et Blanc.* — En montant de la petite ville d'Urbeis au lac Noir, on passe à côté d'un grand nombre de blocs arrondis de granite, évidemment les restes d'une moraine. Plus loin on obtient la conviction que c'est une moraine médiane, formée par la réunion de deux glaciers, dont l'un suivit la vallée du Noir-Rupt.

Les gros blocs se poursuivent jusqu'au lac Noir, qui est entouré aux deux tiers par les montagnes de la crête des Vosges; les rives y sont formées par la roche nue, par de la grouine ou bien par des cônes de sable.

L'autre tiers est beaucoup plus bas et ne montre que des blocs arrondis, jusqu'à 2 mètres, et très peu de débris. J'eus la chance d'y voir une bonne coupure et d'y constater une moraine frontale; ce qui est très remarquable, vu la minime longueur du glacier qui l'a produite.

Le chemin entre les deux lacs suit cette moraine frontale qui s'élève jusqu'à 20 mètres au-dessus de l'eau et forme aussi le barrage du lac Blanc. L'eau n'en est nullement blanche, mais vert foncé, en tout cas plus claire que celle du lac Noir.

Un ingénieur, que je rencontrai au lac Blanc, m'informa que la substance du barrage naturel est une argile, englobant des erratiques, extrêmement difficile à travailler, dure et solide. Or c'est justement une des qualités de l'argile à blocaux, qu'on voit mentionnée à chaque occasion. Elle forme le ciment de la moraine profonde, qui s'élève occasionnellement en moraine frontale.

F. — Paysages anormaux.

Les vallées des Vosges, que j'ai visitées, diffèrent naturellement entre elles; les unes sont plus larges, les autres plus étroites, plusieurs présentent des moraines frontales ou des roches moutonnées, mais ce ne sont pas là les caractères qui donnent au paysage un aspect tout à fait anormal, en comparaison de ceux d'amont et d'aval. Je les observai en trois vallées.

Le cas le plus simple se présente dans la vallée de la Savoureuse. En descendant du Ballon d'Alsace, on la voit devenir plus large et moins profonde, comme d'ordinaire; mais, à mi-chemin entre Malvaux et Lepuix (p. 171), elle subit un rétrécissement ostensible par des roches de granite, couvertes d'une végétation appauvrie, et plus ou moins indépendantes des autres montagnes qui bordent la vallée en amont et en aval. En regardant du dernier côté, on voit le thalweg se continuer, tandis que les bosses granitiques y figurent comme quelque chose d'étranger; j'en donne le diagramme transversal suivant :

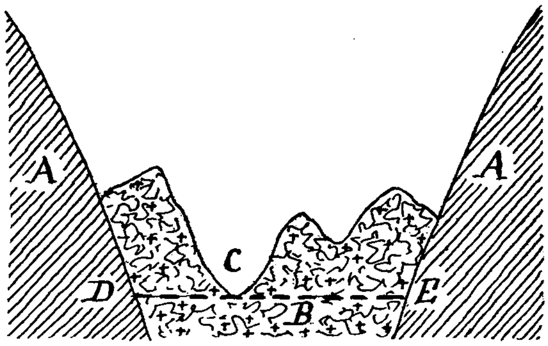


FIG. 2. — *Zone rétrécie de la vallée de la Savoureuse, entre Malvaux et Lepuix.*

A, montagnes qui bordent la vallée. — B, bosses granitiques. — C, lit de la Savoureuse. — D-E, fond de la vallée, en amont et en aval.

C'est donc une espèce de barrage de roche solide, qui a été maîtrisé par la rivière pour atteindre de nouveau la vallée *ordinaire*, c'est-à-dire normale et régulière dans ses allures.

Le second cas de paysage anormal est plus compliqué; je l'observai dans la vallée de la Moselle.

En suivant celle-ci depuis Vecoux, en amont de Remiremont, on voit bientôt apparaître les premières bosses granitiques au pied des montagnes de la rive droite. Elles augmentent graduellement, de sorte qu'à 3 kilomètres plus loin, elles se trouvent au milieu; à Maxonchamp, elles livrent encore passage à la basse terrasse, et entre La Roche et le Pont-de-Saulx, trois dos de granite traversent la vallée. Le dernier est coupé par la Moselle dans un gouffre étroit, à parois verticales, profond de 7 mètres d'après le *Guide Joanne*, tandis que de l'autre côté de Saulx, la Moselle reprend sa profondeur habituelle de quelques décimètres. Un nouveau rétrécissement, mais moins complet, se

présente avant Ferdrupt et laisse passer la basse terrasse. C'est donc principalement entre La Roche et Ferdrupt que s'observe le chaos granitique, qui contraste si étrangement avec la vallée normale d'*amont*.

Le troisième paysage anormal, le plus bizarre et le plus compliqué, s'observe dans la vallée de la Moselotte.

En la descendant de Cornimont, on n'observe rien de bien étrange jusqu'à Thiéfosse, où elle change radicalement d'aspect. On quitte les prairies tranquilles pour entrer dans un véritable *chaos* de bosses, qui me rappela vivement les *dunes* du littoral de ma patrie. Seulement, au lieu de *sable* extrêmement mobile, on a affaire à du *granite* essentiellement solide. La Moselotte s'est creusé au travers un véritable canon en miniature, accompagné pourtant d'une basse terrasse d'une dizaine de mètres de hauteur. Celle-ci contient de gros cailloux de granite, jusqu'à 1 décimètre, avec quelques autres roches.

Les restes de la moraine profonde d'à côté renferment quelques blocs de *poudingue des Vosges*, remarquables en cet endroit-ci.

Le chaos se termine à Zainvillers, où la vallée reprend son aspect normal et régulier; mais on voit encore les basses roches granitiques se continuer sur la rive droite jusqu'en aval de Vagney.

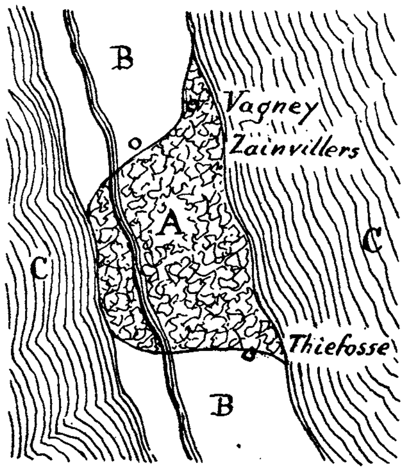


Fig. 3. — *Barrage chaotique dans la vallée de la Moselotte entre Thiéfosse et Vagnez.*

Une esquisse schématique peut donner une idée de la situation (voir fig. 3). A est le barrage chaotique, coupé par la Moselotte; B, la vallée redevenue normale et régulière tant en aval qu'en *amont;* C sont les montagnes des deux côtés.

En somme, on ne saurait se défendre contre l'idée que la partie A est beaucoup plus récente que la partie B, précisément comme dans les cas de la Moselle et de la Savoureuse. Ils seraient peut-être un argument (avec le sillon de la Vologne) en faveur de la thèse que des mouvements orogéniques ont affecté les Vosges jusque dans des temps assez récents.

Je n'ai pas eu le temps d'*examiner* s'il y a des traces d'un lac drainé, en amont des Graviers ou de Thiéfosse, mais il m'a *paru* qu'il n'en est pas ainsi.

La présence d'une « basse terrasse » dans le chaos, ainsi qu'en amont et en aval, permettra de mesurer exactement la valeur du mouvement vertical, qui ne dépassera pas une huitaine de mètres. Probablement il a déjà commencé dans la dernière période glaciaire, puisque les dépressions dans les bosses granitiques contiennent des restes de la moraine profonde.

En somme, j'ai cru devoir associer presque tous les phénomènes diluviens que j'ai observés à la dernière période glaciaire ; quelques-uns seulement à l'avant-dernière, la plus étendue des trois.

Probablement que les géologues qui connaissent à fond les Vosges ne trouveront pas beaucoup de choses nouvelles dans cet appendice, mais il en sera peut-être autrement pour les participants étrangers de cette belle excursion. Ceci m'a décidé de satisfaire à la demande de mon ami M. *Van den Broeck* et de compléter le compte rendu de mes observations personnelles après l'excursion commune.

Utrecht, février 1900.

DEUXIÈME ANNEXE.

SUR LA
DÉNUDATION DU PLATEAU CENTRAL DE HAYE OU FORÊT DE HAYE
(MEURTHE-ET-MOSELLE) (1)

PAR

M. BLEICHER

« Sous le nom de *pays de Haye,* on comprend en géographie physique une partie de la bande calcaire oolithique, couverte généralement de grandes forêts (côtes de Moselle) (2), qui borde la lisière orientale du bassin de Paris dans la région de Nancy et au sud comme au nord de cette ville (3).

» Cette expression géographique, forcément flottante, reçoit sa vraie signification dans la partie de la bande, bien limitée sur deux de ses côtés par la Moselle, sur le troisième par une portion du cours de la Meurthe que l'on connaît sous le nom de *plateau central de Haye* ou encore de *Forêt de Haye*. Ce massif, *cœur du pays de Haye,* suivant l'expression de l'auteur du *Plateau lorrain* (4), est devenu, grâce à son voisinage de Nancy, l'objectif de nos études depuis une vingtaine d'années; les travaux nombreux de carrières, de mines, de fortifica-

(1) Extrait des *Comptes rendus de l'Acad. des Sciences de Paris,* t. CXXX, n° 3 (15 janvier 1900, pp. 146-148).

(2) Commandant BARRÉ, *La Géographie militaire et les nouvelles méthodes* (REVUE DU GÉNIE MILITAIRE, juin 1899, p. 504).

3) AUERBACH, *Le Plateau lorrain,* p. 165.

(4) IDEM, *ibidem,* p. 167.

tions, d'amenée des eaux, effectués pendant cet intervalle de temps, à sa surface et dans son épaisseur, nous ont révélé, sur sa structure primitive, sur les modifications éprouvées par sa surface et ses flancs, les faits intéressants et nouveaux qui se trouvent résumés dans cette Note.

» Le plateau central de Haye, au point de vue géologique, se compose d'un soubassement marneux et ferrugineux appartenant au *Toarcien*, surmonté d'un puissant massif de calcaire oolithique.

» Suivant le prolongement général vers l'ouest des formations géologiques de la bordure orientale du bassin de Paris, l'étage *bajocien*, constituant ce massif oolithique, est remplacé vers l'ouest par l'étage *bathonien*, plus marneux, qui occupe la partie déprimée du plateau dirigée vers la région de Toul.

» Sur sa surface accidentée et coupée de profonds ravins qui pénètrent jusqu'au centre du massif, on constate, par places : une couverture superficielle de *terre rouge*, des amas de débris calcaires plus ou moins menus, connus sous le nom de *grouine*, des traînées et des placages de cailloux vosgiens, souvent plus gros que le poing (P, de la Carte géologique au 80000e, 1887, feuille de Commercy); sur ses flancs, des lambeaux allongés (a') d'alluvion des terrasses, d'origine vosgienne.

» Une seule faille, pénétrant suivant une directiou à peu près nord-nord-est jusqu'à une certaine distance dans son épaisseur, se trouve indiquée sur cette carte, mais elle ne se signale extérieurement par aucun accident topographique. Par contre, les fissures y sont extrêmement nombreuses; Braconnier (1) admet qu'elles sont espacées au plus de 6 mètres à 10 mètres sur les coteaux des environs de Nancy, et qu'elles pénètrent à travers les calcaires de l'Oolithe inférieure jusqu'aux marnes sableuses du Toarcien.

» La présence de puissants dépôts et remplissages de cailloux, plus rarement de sables d'origine vosgienne à des hauteurs de plus de 150 mètres au-dessus des thalwegs de la Meurthe et de la Moselle, a, de tout temps, frappé les géologues; ils contiennent une faune pléistocène : un Éléphant qui, en raison de l'écartement des lames dentaires de ses molaires, de l'épaisseur de leur émail et de leur mode d'usure, nous a paru plus voisin d'*Elephas antiquus* Falc. que d'*El. primigenius* Bl., *Villey-le-Sec;* Renne, *Laxou;* Ours des cavernes, *Pierre-la Treiche*. Devait-on admettre qu'un phénomène géologique aussi important que

(1) *Description géologique du département de Meurthe-et-Moselle*, p. 75; 1883.

le creusement et l'établissement définitif des vallées fluviales de la Moselle et de la Meurthe ne date que d'une époque postérieure à celle où vivaient ces animaux? Nous étions tentés de le croire, lorsque des découvertes, faites coup sur coup à la surface du plateau, nous firent entrevoir que le modelé de ces régions devait avoir une origine plus lointaine.

» Successivement nous pûmes constater dans des remplissages de fissures ou à la surface du plateau, à *Champ-le-Bœuf*, des amas de marnes oolithiques avec une série complète des fossiles du Bathonien moyen (découverte de M. Gaiffe, opticien à Nancy) : des fossiles siliceux des chailles oxfordiennes emballées au milieu de la marne, de gros nodules (miches) de roche grenue siliceuse avec empreintes en creux de radioles de *Cidaris florigemma* et de nombreux bivalves : *dans les fondations du fort de Frouard*, ces mêmes nodules avec des fossiles des chailles emballés dans la marne bleue. M. le capitaine du génie Bois vient enfin de nous communiquer la découverte de ces mêmes miches à fossiles rauraciens ou coralliens, avec des dimensions énormes : $0^{m},80$ longueur, $0^{m},60$ largeur, $0^{m},40$ hauteur; elles sont accompagnées de blocs siliceux grenus, anguleux ; elles ont été trouvées au-dessus de Chaligny, à près de 10 kilomètres à vol d'oiseau des deux premiers gisements. L'abondance de ces témoins d'étages disparus, leur répartition à la surface du plateau dans sa partie calcaire la plus élevée, la taille des nodules accompagnés de blocs anguleux, le bon état de conservation des fossiles, tout concorde à rejeter l'hypothèse du transport au loin de ces matériaux. Il est à remarquer d'ailleurs que celui-ci n'aurait pu se faire que dans la direction de la pente générale, c'est-à-dire de l'est vers l'ouest, qui est celle qu'ont suivie les cailloux vosgiens, et non dans une direction opposée, qui est celle des affleurements éloignés de 20 kilomètres et de 30 kilomètres du Rauracien.

» On peut donc concevoir le plateau central de Haye surélevé de 200 mètres au minimum (1) de toute l'épaisseur des étages *bathonien, callovien, oxfordien* et *rauracien* en partie (2), calculée d'après les

(1) Les deux profils ci-contre rendent compte de cette dénudation, soit pour le plateau isolé de Haye (fig. 1), soit pour le plateau de Haye associé à la colline de Malzeville (fig. 2). Ces figures sont toutes deux destinées à montrer la limite primitive du plan incliné communiquant avec les Vosges avant la formation de la vallée de la Meurthe et le mode de formation de celle-ci au-dessous de ce plan. Ces deux profils sont aussi une illustration des excursions de la Réunion extraordinaire de Nancy, notamment pour la matinée de la journée d'excursion du 17 août, et complètent les renseignements donnés sur le modelé des environs de Nancy à la fin du compte rendu détaillé de cette demi-journée.

(2) Rien ne prouve en effet qu'il ne faille pas, plus tard, ajouter à cette liste les étages jurassiques supérieurs.

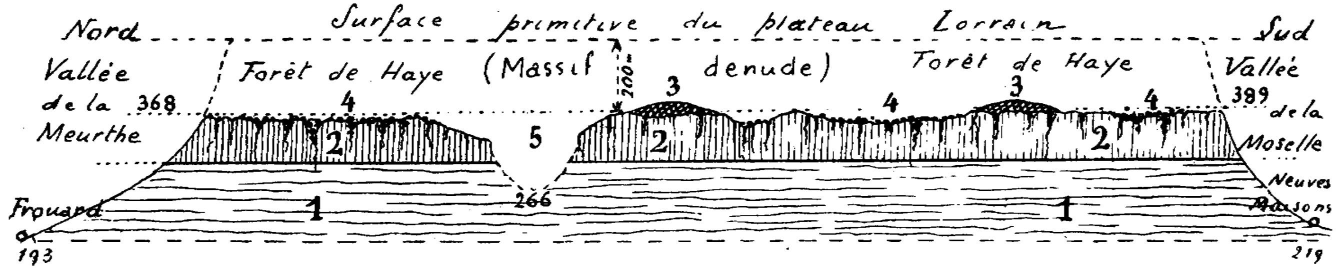


FIG. 1. — **Coupe N.-S. du plateau de Haye, de Frouard à Neuves-Maisons.** (Échelle au 100 000e; hauteurs triplées.)

1. Toarcien; marno-ferrugineux. — 2. Bajocien; calcaire, coralligène, fissuré. — 3. Lambeaux de Bathonien inférieur. — 4. Cailloux, sables vosgiens, marnes sableuses et minerai de fer des fissures. Étage P (Pliocène) de la Carte géologique au 80 000e, avec fossiles bathoniens, oxfordiens et rauraciens. — 5. Vallée des Fonds-de-Toul. (*La partie inférieure de cette vallée aurait dû être figurée par un trait plein, et non par un trait interrompu.*)

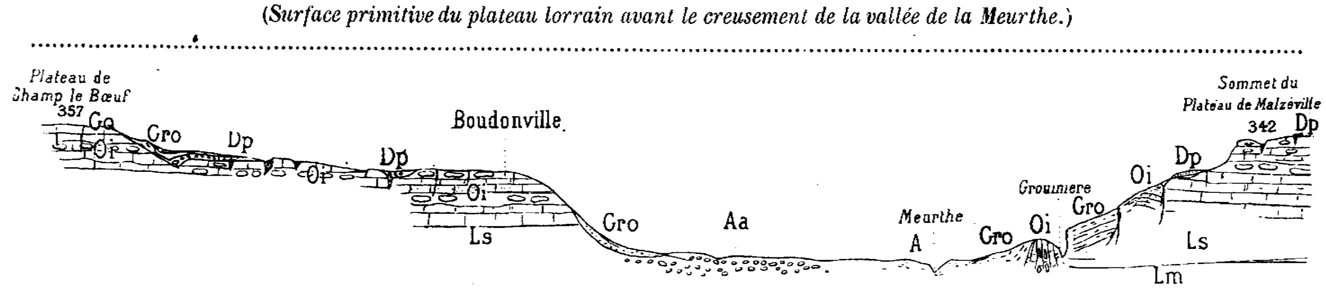


FIG. 2. — **Coupe en travers**, au 40 000e (hauteurs triplées) **de la Vallée de la Meurthe, entre les plateaux de Haye et de Malzéville.**

A. Alluvions récentes. — Aa. Alluvions quaternaires à *Elephas primigenius*. — Gro Grouine. — Dp. Graviers et sables des plateaux = P (Pliocène de la carte au 80 000e). — Lm. Lias moyen. — Ls. Lias supérieur. — Oi. Oolithe inférieure, ou Bajocien, avec lentilles de polypiers à la partie supérieure. — Go. Grande Oolithe ou Bathonien.

affleurements de ces terrains aux environs de Toul et communiquant directement par un plan fortement incliné avec les Vosges, alors bien plus élevées qu'aujourd'hui.

» A la surface de ce plan incliné coulaient les fleuves aux noms inconnus, qui ont charrié les éléments arrachés aux Vosges et, peu à peu, aidés des mouvements dynamiques dont nous retrouvons les traces, de la nature meuble du sol, des circonstances atmosphériques, ont sillonné, creusé, démantelé enfin, à travers les âges tertiaires, peut-être même crétacés, la couverture du plateau.

» A l'époque pléistocène sa surface démantelée a reçu et mis en réserve, dans les fissures béantes et agrandies par les eaux, les cailloux vosgiens, comme les roches et les fossiles jurassiques et quaternaires, et si l'on n'y trouve plus qu'une faible partie des déchets que suppose un pareil phénomène, on n'a pas lieu de s'en étonner, car ils ont été entraînés en majeure partie au loin, suivant la pente naturelle du terrain. »

TROISIÈME ANNEXE.

NOTE
SUR
LES PHÉNOMÈNES DE MÉTAMORPHISME
DE
PRODUCTION DE MINERAI DE FER
CONSÉCUTIFS
A LA DÉNUDATION DU PLATEAU DE HAYE
(MEURTHE-ET-MOSELLE) (1)

PAR

M. BLEICHER

Si l'on part du démantèlement des couches disparues à la surface du plateau central de Haye (2), on doit, en tenant compte de leur nature minéralogique, déduite de la composition connue des étages correspondants *bathonien, oxfordien, rauracien,* dans la région de Toul, s'attendre à y trouver, avec des roches non altérées de ces horizons géologiques, des déchets portant la marque d'une altération profonde.

On rencontre en effet, dans les fissures et dépressions, les séries suivantes : argile à peu près chimiquement pure, mais toujours saturée

(1) Extrait des *Comptes rendus de l'Acad. des Sciences de Paris,* t. CXXX, nº 6, séance du 5 février 1900. pp. 346-348.

(2) *Sur la dénudation du plateau central de Haye.* (COMPTES RENDUS, séance du 15 janvier 1900.)

d'oxyde de fer et pénétrée de silice, occupant le fond des fissures, que nous considérons comme le déchet ultime de la décalcification des calcaires.

Cette argile rouge, plus ou moins mélangée de sable fin vosgien et de débris menus de calcaires oolithiques corrodés, forme des dépôts de 4 mètres à 6 mètres de puissance (Champ-le-Bœuf, près Nancy) et constitue, sous forme de revêtements plus ou moins colorés, la *terre rouge*, la *terre jaune*, sols des forêts, bien connus des géologues lorrains.

Ce sont là les premiers termes d'une série qui comprend des conglomérats (carrière de Bâlin près Nancy), de la *grouine*, des amas de débris de plaquettes calcaires plus ou moins attaquées par les causes atmosphériques. La décalcification et la rubéfaction plus ou moins intenses, phénomènes si bien étudiés par M. E. Van den Broeck (1), rendent compte de ces apparences, et nous connaissons les voies de départ du calcaire, qui a été mis en liberté par ces actions de lavage et de dissolution.

Mais il y a des phénomènes plus intéressants de métamorphisme d'une part, et d'autre part de production de minerai de fer, conséquences de la dénudation, qui méritent d'attirer l'attention. Les nodules et débris anguleux de roches siliceuses rauraciennes ou coralliennes, à *Cidaris florigemma* mentionnés précédemment, étaient à notre avis primitivement calcaires, mais se sont complètement silicifiés par décalcification, au cours du transport vertical de leur position première, à environ 200 mètres au-dessus de la surface du plateau, à leur position actuelle. Ils se montrent formés de grains anguleux, hyalins, ébauches de cristaux de quartz, à section hexagonale. Il n'y a donc pas lieu de les interpréter comme *grès*, aucune roche de ce genre ne se trouvant dans le Rauracien, et leur richesse en silice s'explique par leur long séjour dans un milieu saturé de silice comme le devaient être les chailles oxfordiennes.

L'imprégnation siliceuse s'est souvent accompagnée d'imprégnation ferrugineuse, et l'on peut admettre que, sur la masse considérable de fer qui, sous la forme de nodules, de fossiles pyriteux ou hydroxydés, d'oolithes, se trouvait disséminée dans les 200 mètres de couches délavées, une partie s'est concentrée dans les argiles plus ou moins pures du fond des fissures et des dépressions, pour se déposer sous la forme de *fer fort*, noduleux ou pisolithique.

Ce genre de minerai abonde sur le plateau de Haye; mais il est trop

(1) *Mémoires sur les phénomènes d'altération des dépôts artificiels*. Bruxelles, 1881.

disséminé pour avoir donné lieu à des exploitations régulières. Quelle que soit sa forme, la taille des pisolithes, des moules de fossiles (*Rhynchonella varians* Desh., p. ex.), le minerai de fer fort se montre toujours formé d'une sorte de squelette d'argile pure imprégnée de silice, auquel le fer se trouve seulement superposé (1). La mise en évidence de ce substratum argilo-siliceux, *pris évidemment sur place,* se fait à l'aide d'une attaque prolongée par l'eau régale, additionnée ou non de chlorate de potasse, des échantillons entiers, jusqu'à décoloration complète.

Le milieu ferrugineux a dû être si riche que, dans certains nodules, on trouve des grains de sable quartzeux vosgiens recouverts de couches concentriques de minerai de fer silico-ferrugineux qui leur donnent une apparence d'oolithes. Les os et dents, assez abondants dans les fissures, en sont également pénétrés jusque dans les canalicules les plus fins des ostéoplastes.

Cette action métamorphique a dû se continuer longtemps et n'est peut-être pas arrêtée aujourd'hui, car on trouve, dans les parties encaissantes les plus superficielles des fissures, des fragments anguleux de calcaire oolithique du *bâlin* (Bajocien supérieur) imprégnés de fer dans toute leur épaisseur. Les coupes montrent le remplacement plus ou moins complet du calcaire de la coque des oolithes par le fer, le ciment, dans lequel elles sont plongées, restant indemne.

En résumé, la dénudation du plateau central de Haye s'est accompagnée et a été suivie de phénomènes de dissolution, de substitution, de métamorphisme des roches calcaires en particulier, de formations nouvelles de minerai de fer, dont les causes doivent être cherchées plutôt dans les circonstances géologiques qui ont accompagné ce phénomène que dans des émissions souterraines.

(1) *Recherches sur la structure et le gisement du minerai de fer pisolithique de diverses provenances françaises et étrangères.* (BULL. SOC. SC. NANCY, 1894.)

QUATRIÈME ANNEXE.

NOTE SUR LA DÉNUDATION DE L'ENSEMBLE DU PLATEAU LORRAIN ET SUR QUELQUES-UNES DE SES CONSÉQUENCES (1)

PAR

M. BLEICHER

Les recherches sur la dénudation du plateau central de Haye qui ont fait l'objet des Notes précédentes (2), complétées par les études parallèles sur tout le plateau lorrain des Vosges à la Meuse, ont permis de coordonner les renseignements nombreux fournis sur ce sujet par les géologues (3).

Nous essaierons dans cette Note, pour la région comprise entre la bande oolithique et la limite extrême de ce plateau, de présenter quelques-uns des résultats de cette enquête qui, vu l'étendue du terrain, n'a pu être aussi minutieuse que celle de la région bien limitée du plateau central de Haye.

Et d'abord, elle a démontré que les traces de la dénudation peuvent être suivies partout, dans ces limites, par des remplissages de fissures

(1) Extrait des *Comptes rendus de l'Acad. des Sciences de Paris,* t. CXXX, n° 9, séance du 26 février 1900, pp. 598-600.

(2) *Comptes rendus,* 15 janvier et 5 février 1900.

(3) DE BILLY, *Esquisse de la Carte géologique des Vosges.* (ANN. SOC. ÉM., 1850.) — BUVIGNIER, *Statistique minéral. et géol de la Meuse,* 1852. — BRACONNIER, *Description minéral. et géol. des terrains de Meurthe-et-Moselle,* 1883.

sur les affleurements des calcaires durs souvent exploités, par des placages de marnes, d'argiles de déchet, souvent avec minerai de fer noduleux ou pisolithique, dans certains cas fossilifères (plateau de Malzéville, près Nancy). Le tout est accompagné de cailloux vosgiens généralement quartzitiques, rarement granitiques, de sable vosgien plus ou moins mêlé aux marnes et argiles, avec ou sans fossiles jurassiques ou néocomiens (1) et ossements ou dents d'animaux pléistocènes.

Ce sont là les caractéristiques de l'étage P de la Carte géologique au 80 000e, dont les affleurements sont très disjoints, souvent négligés sur les cartes, en raison de leur peu d'importance.

Au point de vue topographique, il se maintient généralement à des hauteurs considérables, de 200 mètres au maximum au-dessus du thalweg des vallées fluviales, jusqu'à une limite inférieure qu'il est impossible de fixer. Les cailloux, sables, marnes dont il est composé descendent suivant les pentes et les fissures élargies au-desous de leur position première (haute dépression de Foug à Lay-Saint-Remy), ou viennent se mêler [Viller-le-Sec (Meurthe-et-Moselle), Beaumont-Letanne (Meuse)] avec les sables et graviers plus récents des terrasses quaternaires, d'où résultent des erreurs que l'observation minutieuse permet seule d'éviter.

Quoi qu'il en soit, les gisements de cet étage nous ont servi de repère, et il a été possible, en les suivant pas à pas, de les relier nettement des bassins de la Meurthe et de la Moselle, à celui de la Meuse, de Nancy à Mouzon par Pagny-sur-Meuse. Ils se montrent partout identiques et ne diffèrent guère, aux environs de Beaumont (Meuse), de ceux de la région de Haye que par une grande abondance de roches granitiques fortement décomposées.

Pour expliquer une telle répartition d'apports vosgiens indépendante des cours d'eau actuels, il faut évidemment accepter l'hypothèse, déjà émise pour le plateau central de Haye, d'un plan incliné assez fortement, reliant le plateau lorrain aux Vosges.

On peut, à son aide, concevoir qu'une longue période de temps s'est passée dans ces conditions topographiques particulières, jusqu'à ce que, l'équilibre étant rompu par des fractures et des fissures, le burinage du sol lorrain avec toutes ses conséquences s'est transporté du sommet du plateau, démantelé par le long passage des eaux, dans les creux qui se formaient et s'approfondissaient sous l'influence des eaux continuant

(1) BUVIGNIER, *ibidem*, p. 399.

à descendre en abondance des Vosges. Ce déplacement, évidemment lent, du travail des eaux devait être accompli à l'époque pléistocène.

C'est ce qui me paraît résulter des faits suivants : les gisements de lignites à flore et faune glaciaires de Bois-l'Abbé près d'Épinal, de Jarville près Nancy (1), se trouvent, le premier à environ 70 mètres au-dessus de la Moselle actuelle, le second à peine à 20 mètres au-dessus de la Meurthe. Le premier appartenant au cours supérieur de la Moselle, on s'explique l'approfondissement considérable du fond de la vallée; le second étant situé dans le cours inférieur de la Meurthe, le creusement a été moindre. Il est plus faible encore (12 à 15 mètres au plus) dans la vallée de l'Ingressin (de Toul au val de l'Ane), passage supposé de la Moselle dans la Meuse, où les graviers mosellans, datés comme ceux de Jarville par *Elephas primigenius*, ne dépassent pas cette hauteur à Écrouves, leur banquette de marne sableuse à *Succinea oblonga* Drap. et *Helix hispida* L. comprise (2).

En résumé, on peut conclure de ces recherches que des apports vosgiens, mélangés de déchets de dénudation locale ou venus de loin, se sont répandus sur la surface et dans les fissures du plateau lorrain, *généralement surélevé,* sans qu'on puisse, jusqu'ici, en dehors de la région centrale de Haye, préciser l'importance de ces ablations.

Leur répartition actuelle ne peut s'expliquer que par une communication directe avec les Vosges, en plan incliné, pour permettre aux cailloux pugilaires de glisser sur la surface du plateau.

La communication avec les Vosges rompue, l'activité des eaux s'est peu à peu transportée de haut en bas, cherchant un débouché différent de celui qu'elles avaient antérieurement. Après une longue période de tâtonnements, les eaux ont peu à peu évolué vers leur cours actuel, qui paraît avoir été réalisé dans ses grands traits pour la Meurthe, la Moselle, la Meuse, dès l'époque pléistocène.

La présence d'alluvions vosgiennes sur les plateaux qui bordent la vallée de la Meuse en aval de Pagny, comme dans le fond de celle-ci, s'explique par cet état de choses ancien, dont elles sont restées les témoins.

(1) P. FLICHE, *Sur les lignites quaternaires de Jarville.* (COMPTES RENDUS, 10 mai 1875.) — IBIDEM, *Sur les lignites de Bois-l'Abbé.* (COMPTES RENDUS, 3 décembre 1883.)

(2) *Sur deux dépôts quaternaires voisins du Lehm.* (BULL. DES SÉANCES DE LA SOC. DES SCIENCES DE NANCY, 15 novembre 1899.)

CINQUIÈME ANNEXE.

DOCUMENTS BIBLIOGRAPHIQUES

POUR

L'ÉTUDE GÉOLOGIQUE

DE

LA LORRAINE ET DES VOSGES

RÉUNIS A L'OCCASION DE LA SESSION EXTRAORDINAIRE DE 1898 (1)

PAR

Ernest VAN DEN BROECK
Secrétaire général de la Société belge de Géologie.

I. — Manuels, Traités, Ouvrages généraux (2).

* A. Rotureau. *Des principales eaux minérales de l'Europe.* Un volume in-8° de 943 pages. Paris, Masson, 1859. Villes thermales et minérales des Vosges, pp. 94-111; Contrexéville, Vittel, pp. 112-121; Bains, pp. 121-140; Plombières, pp. 141-170.

* Constantin James. *Guide pratique aux eaux minérales françaises et étrangères,* etc. Cinquième édition. Paris, 1861, un volume de 615 pages

(1) Les indications bibliographiques qui suivent sont extraites des « Renseignements sur les cartes à prendre, ouvrage à emporter ou à consulter » qui avaient été fourni par M. E. Van den Broeck dans la circulaire détaillée annonçant l'excursion de 1898 en Lorraine et dans les Vosges. C'est à la demande d'un certain nombre de participants aux courses que cette énumération se trouve reproduite ici comme *cinquième annexe* au compte rendu de l'excursion.

(2) **AVIS.** — Ceux des livres et mémoires qui suivent, dont la mention est accompagnée de deux astérisques **, se trouvent à la disposition de nos collègues dans la bibliothèque de la Société. Ceux marqués d'un astérisque * se trouvent dans la bibliothèque de M. Van den Broeck et peuvent être consultés au Secrétariat, ou obtenus en prêt pour un temps limité.

et une carte. Stations minérales et thermales des Vosges, pp. 176-190. [Plombières, Bains, Bussang, Contrexéville, Vittel et Sierck (Moselle).]

* M.-A. Braconnier. *Description géologique et agronomique des terrains de Meurthe-et-Moselle.* Un volume in-8° de 436 pages avec 264 figures de fossiles caractéristiques, coupes et vues. (Voir aussi la *Carte géologique et agronomique* signalée plus haut et qui complète cet ouvrage.) Nancy et Paris, 1883.

* J. Wohlgemuth. *Recherches sur le Jurassique moyen à l'est du bassin de Paris.* (Thèse présentée en 1883 à la Faculté des Sciences de Lille.) Un volume de 340 pages avec 5 planches en couleur (4 de coupes géologiques et 1 carte). Nancy, 1883.

* Nancy et la Lorraine. *Notice historique et scientifique* publiée à l'occasion du quinzième Congrès de l'Association française pour l'avancement des sciences. Un volume in-12 de 500 pages. Nancy, Berger-Levrault, 1886.

** G. Bleicher. *Guide du géologue en Lorraine (Meurthe-et-Moselle, Vosges, Meuse).* Un volume in-12 de 210 pages avec 14 figures et 2 planches de coupes. Paris et Nancy, Berger-Levrault, 1887. — Prix : fr. 2.50.

F. Barthélemy. *Recherches archéologiques sur la Lorraine avant l'Histoire.* Un volume in-8° de 302 pages avec 2 cartes et 31 planches hors texte. Nancy et Paris, 1887. (Épuisé.)

** G. Bleicher. *Les Vosges : le sol et les habitants* (avec vingt-huit coupes, profils et figures). Un volume in-12 de 320 pages. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1890. — Prix : fr. 3.50.

** G. Bleicher et J. Beaupré. *Guide pour les recherches archéologiques dans l'Est de la France.* Un volume in-12 de 115 pages avec 188 dessins. Nancy, Crépin-Leblond, 1896. — Prix : fr. 1.25.

* Dr E. Imbeaux. *Les eaux potables et leur rôle hygiénique dans le département de Meurthe-et-Moselle* (1). Un volume de texte grand in-8°, de 227 pages, avec atlas de tableaux, cartes et planches (dont une fournissant la coupe générale de toutes les couches, assises et étages de la région, avec la répartition des multiples niveaux aquifères qui s'y trouvent). Nancy, 1897, Imprimerie nancéienne. — Prix : 15 francs, chez Sidot, à Nancy.

(1) Voir dans la onzième livraison du t. XI (1897) du *Bulletin de la Société de l'Industrie minérale, à Saint-Étienne,* la conférence donnée par M. *Villain*, ingénieur des mines à Nancy, qui comprend une bonne analyse du très remarquable et magistral mémoire de M. le Dr Imbeaux.

II. — Travaux divers, spécialisés.

A. — *Géographie physique et Géogénie régionale.*

* FERAND. *Note sur les affaissements du sol au quartier du puits salé, à Lons-le-Saunier.* Brochure in-8°, 1855. Lons-le-Saunier, F. Gauthier.

A. DE LAPPARENT. *Note à propos de l'histoire de la vallée du Rhin.* Bulletin de la Société Géologique de France, 3e série, t. XXV, 1896-1897, n° 7, pp. 727-730.

CH. GRAD. *Sur la formation et la constitution des lacs des Vosges.* Bulletin de la Société Géologique de France, 2e série, t. XXVI, 1868-1869, pp. 677-686.

A. DE LAPPARENT. *Conférence sur le sens des mouvements de l'écorce terrestre.* Bulletin de la Société Géologique de France, 3e série, t. XV, 1886-1887, pp. 215-238. Suivie d'observations par MM. *Bertrand, Chaper* et *Labat*, pp. 238-241.

G. STEINMANN. *Zur Entstehung des Schwartzwaldes.* Bericht der Naturf. Gesellschaft. z. Freiburg i. B., Bd III, 1, 1887, p. 45.

* A. DE LAPPARENT. *Note sur le mode de formation des Vosges.* Bulletin de la Société Géologique de France, t. XVI, 1887-1888, pp. 181-184.

* DE LA NOË et DE MARGERIE. *Les formes du terrain.* (Service géographique de l'armée.) Paris, in-4° de 205 pages et atlas de 49 planches. Imprimerie Nationale, 1888. (Voir spécialement les détails régionaux fournis pp. 11, 22, 27, 40, 42, 71, 83, 84, 129, 130, 131, 162, 171 et 178.)

* A. DE LAPPARENT. *La nature des mouvements de l'écorce terrestre.* Extr. Revue des Questions scientifiques, t. XXVII, janvier 1890, pp. 5-33. Brochure in-8° de 31 pages.

* A. DE LAPPARENT. *L'âge des formes topographiques.* Extr. Revue des Questions scientifiques, t. XXXVI, octobre 1894, p. 632. Brochure in-8°, 53 pages. (Voir pp. 30-34.)

* A. DE LAPPARENT. *La géomorphogénie.* Extr. Revue des Questions scientifiques, t. XXXVII, avril 1895, 38 pages.

* DE LA MOTHE. *Étude des terrains de transport du bassin de la Haute-Moselle.* Bulletin de la Société Géologique de France, 3e série, t. XXV, 1897, pp. 378-438, avec 1 carte (pl. XVII). (Voir aussi Compte rendu sommaire des séances, 1897, pp. 71-73 et la réponse de M. Carez, pp. 91-92.)

* A. De Lapparent. *Note sur l'histoire géologique des Vosges.* Bulletin de la Société Géologique de France, 3e série, t. XXV, 1897, pp. 6-28.

B. — *Géologie générale régionale.*

Mougeot. *Notices scientifiques sur le département des Vosges* (Géologie et Minéralogie). Épinal, 1880. Annuaire du département des Vosges.

Guibal. *Notice sur la géologie du département de la Meurthe.* Extrait de la Statistique du département, par *Lepage.* Nancy, 1843.

Buvignier. *Statistique géologique, minéralogique, métallurgique et paléontologique du département de la Meuse,* avec carte géologique. Paris, 1845. Carte en 5 feuilles au 80,000e.

Hogard. *Aperçu de la constitution minéralogique des Vosges.* Extrait de la Statistique du département des Vosges, par *Lepage* et *Charton,* t. Ier, 1845, p. 33.

Société Géologique de France. *Compte rendu de la réunion extraordinaire de la Société Géologique de France, à Épinal, du 10 au 23 septembre 1847* (très utile à consulter). Bulletin de la Société Géologique de France, 2e série, t. IV, 1846-1847, pp. 1377-1464.

Husson. *Esquisse géologique de l'arrondissement de Toul.* 1848. (Épuisé).

J.-F. Lebrun. *Une visite à la côte d'Essey* et *Nouvelles explorations géologiques à Essey-la-Côte* (inclusions basaltiques dans les Marnes irisées). Extrait des Annales de la Société d'Émulation des Vosges, t. VII, 1849, et t. VIII, 1852, ensemble 37 pages et 2 planches.

De Billy. *Esquisse de la géologie du département des Vosges.* Bulletin de la Société d'Émulation des Vosges, 1850, t. VII, pp. 295-340.

* E. Jacquot. *Quelques observations géologiques sur la disposition des masses minérales dans le département de la Moselle.* Procès-verbaux des séances de l'Association scientifique tenues à Metz en juillet 1854. Brochure in-8° de 9 pages. Metz, 1854.

Jacquot, Terquem et Barré. *Description géologique et minéralogique du département de la Moselle.* Paris, 1868. Un volume in-8° avec coupes et carte géologique au 80,000e.

Husson. *Concordance des classifications* (Géologie), suivie d'une *Digression relative aux recherches sur l'origine de l'homme dans les environs de Toul.* Brochure in-8° de 52 pages. Toul, 1880.

** E. Van den Broeck. *Les cailloux oolithiques des graviers tertiaires des hauts plateaux de la Meuse.* Bulletin de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie, t. II, 1889, Bulletin des séances, pp. 404-412.

CARRIÈRE. *Études et observations sur la nature, les caractères et la constitution minéralogique des roches des Vosges.* Annales de la Société d'Émulation des Vosges, 1890.

* E. SCHUMACHER. *Die Bildung und der Aufbau den oberrheinischen Tieflandes.* Un volume grand in-8° de 491 pages, avec 3 planches en couleurs. Mittheil. Comm. geolog. Landes Untersuch. von Elsass-Lothringen. Band II. Strasbourg, 1890.

* X. STAINIER. *Origine des cailloux oolithiques des couches de cailloux blancs du bassin de la Meuse.* Annales de la Société Géologique de Belgique (Liége), t. XIX, 1891-1892, Bulletin des séances, pp. 28-29.

* A. DE LAPPARENT. *Traité de géologie.* 3e édition, 2e partie, pp. 910-911, 918-922, 957; tableau, pp. 986, 999; tableau, pp. 1021; 1046-1047; tableau, pp. 1089; 1377, 1451, 1495 et 1535 (très utile à consulter).

** C. VÉLAIN. *Textes relatifs aux cartes géologiques de Nancy, Lunéville, Strasbourg, Lure.* Paris, 1895 à 1897. Bulletin des Services de la Carte géologique de France, tomes VII, VIII et IX.

C. VÉLAIN. *Conférences de Pétrographie.* Premier fascicule. Paris, 1889, G. Carré.

H. CHENUT. *De l'âge relatif de quelques roches vosgiennes.* Bulletin de la Société des Sciences de Nancy. 1890, p. 22.

** E. RENEVIFR. *Chronographe géologique,* texte accompagné de 12 tableaux en couleur. (Voir les tableaux VI et VII [Jurassique] et VIII [Triasique].) Lausanne, 1897, grand in-8° (très utile à consulter).

C. — *Choix d'ouvrages et de mémoires sur les terrains primaires et triasiques de la région visitée.*

* GUIBAL. *Mémoire sur les terrains du département de la Meurthe, inférieurs au Calcaire jurassique.* Mémoires de l'Académie de Nancy, 1842, pp. 62-95.

LEVALLOIS. *Remarques sur les relations de parallélisme que présentent, dans la Lorraine et dans la Souabe, les couches du terrain dit Marnes irisées, ou Keuper.* Bulletin de la Société Géologique de France, 2e série, t. XXIV, 1867, pp. 741-767, pl. XI.

CH. VÉLAIN. *Le Permien dans la région des Vosges.* Bulletin de la Société Géologique de France, 3e série, t. XIII, 1885, pp. 536-564.

CH. VÉLAIN. *Le Carbonifère dans la région des Vosges.* Bulletin de la Société Géologique de France, 3e série, t. XV, 1886-1887, pp. 307-719, pl. XXV et une carte.

* G. BLEICHER. *Sur la découverte du Carbonifère à fossiles marins et à*

plantes, aux environs de Raon-sur-Plaine. Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris, séance du 28 novembre 1887.

LIÉTARD. *Note sur le Trias de la région méridionale des Vosges.* Bulletin de la Société des Sciences de Nancy, 1889, 27 pages.

D. — *Principaux travaux relatifs au Jurassique et aux dépôts préquaternaires recouvrants.*

* GUIBAL. *Mémoire sur les terrains jurassiques du département de la Meurthe.* Mémoires de l'Académie de Nancy, 1841, pp. 9-56.

TERQUEM. *Observations sur le Lias du département de la Moselle.* Brochure in-8° de 37 pages. Metz, 1847.

* J. FOURNET. *Formation des Oolithes calcaires.* Académie de Lyon, 1853 (séance du 10 décembre 1853). Brochure grand in-8° de 98 pages.

TERQUEM. *Paléontologie du département de la Moselle.* In-8°, 1855. Extrait de la Statistique de la Moselle.

* O. TERQUEM. *Recherches sur les Foraminifères du Lias.* Suite de six mémoires avec 26 planches. Mémoires de l'Académie impériale de Metz, vol. 39, 1858, à 44, 1863, et ensuite fascicules publiés à Metz, de 1864 à 1866.

* EBRAY. *Considérations sur quelques questions de géologie. Sur la faune des couches oolithiques ferrugineuses.* Paris, 1861. S. Martinet. Brochure in-8° de 15 pages.

TERQUEM et JOURDY. *Monographie de l'étage bathonien dans le département de la Moselle.* Mémoires de la Société Géologique de France, 2e série, t. IX, 1869.

* O. TERQUEM. *Cinq mémoires sur les Foraminifères du système oolithique. Zone à Ammonites Parkinsoni de Fontoy (Moselle).* Mémoires de l'Académie impériale de Metz, vol. Ier, 1870. Metz, 1875; — Paris, 1883, avec 37 planches, in-8°.

* O. TERQUEM et BERTHELIN. *Étude microscopique des marnes du Lias moyen d'Essey lez-Nancy. Zone inférieure de l'assise à Ammonites margaritatus.* Mémoires de la Société Géologique de France, 2e série, vol. X, mém. 3, 1875, 126 pages, 10 planches.

* O. TERQUEM. *Recherches sur les Foraminifères du Bajocien de la Moselle.* Bulletin de la Société Géologique de France, 3e série, vol. IV, 1876, pp. 477-500, pl. XV-XVII.

* H. DOUVILLÉ. *Note sur la partie moyenne du terrain jurassique dans le bassin de Paris et sur le terrain corallien en particulier.* Bulletin de la Société Géologique de France, 3e série, t. IX, pp. 439-474

(20 juin 1881). (Voir troisième partie : *Ardennes et Meuse*, pp. 456-471.)

G. Bleicher. *Recherches sur l'étage bathonien des environs de Nancy.* Bulletin de la Société des Sciences de Nancy, 1881, pp. 91-111.

G. Bleicher. *Oolithe inférieure et grande Oolithe du département de Meurthe-et-Moselle.* Bulletin de la Société Géologique de France, 3e série, t. X, 1881-1882, pp. 346-348.

* Wohlgemuth. *Note sur l'âge des calcaires oolithiques miliaires du Grand-Failly (Moselle).* Bulletin de la Société des Sciences de Nancy, 15 juillet 1881, pp. 101-107.

* Wohlgemuth. *Note sur les calcaires blancs de Creuë.* Bulletin de la Société des Sciences de Nancy, t. XIV, 15 juillet 1881, pp. 108-115.

* Wohlgemuth. *Note sur le Jurassique moyen, à l'est du bassin de Paris.* Bulletin de la Société des Sciences de Nancy, 15 décembre 1881, 35 pages. (Les trois notes précédentes sont aussi réunies sous le titre de : *Notes de géologie et de cristallographie.)*

* Wohlgemuth. *Contact du Bathonien et du Callovien sur le bord oriental du bassin de Paris.* (Haute-Marne, Vosges, Meuse, Meurthe-et-Moselle.) Bulletin de la Société Géologie de France, 3e série, t. IX, 1881, pp. 258-277.

Fliche et Bleicher. *Étude sur la flore de l'Oolithe inférieure des environs de Nancy.* Bulletin de la Société des Sciences de Nancy, 1882, pp. 54-100.

G. Bleicher. *Note sur la limite inférieure du Lias en Lorraine.* Bulletin de la Société Géologique de France, 3e série, t. XII, 1884, pp. 442-446

R. Nicklès. *Sur la présence de Amm. polyschides et de Amm. Sauzei dans l'Oolithe inférieure des environs de Nancy.* Bulletin de la Société Géologique de France, 3e série, t. XV, 1886-1887, pp. 194-197.

* G. Bleicher. *Sur le gisement et la structure des nodules phosphatés du Lias de Lorraine.* Bulletin de la Société Géologique de France, 3e série, t. XX, 1892, pp. 237-247, pl. VI.

G. Bleicher. *Sur la structure microscopique des Oolithes du Bathonien et du Bajocien de Lorraine.* Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris. (Séance du 16 mai 1892.)

* G. Bleicher. *Contribution à l'étude des bryozoaires et des spongiaires de l'Oolithe inférieure (Bajocien et Bathonien) de Meurthe-et-Moselle.* Bulletin de la Société des Sciences de Nancy, 1894. 14 pages grand in-8° avec 3 planches.

* G. Bleicher. *Sur la découverte du terrain tertiaire fossilifère aux environs de Liverdun.* Bulletin des séances de la Société des Sciences de Nancy, 1896, 3 pages.

* R. Nicklès. *Sur le Bajocien de Lorraine.* Bulletin de la Société Géologique de France, 3e série, t. XXV, 1897, pp. 194-195.

G. Bleicher. *Sur la découverte d'une nouvelle espèce de Limule dans les marnes irisées de Lorraine.* Bulletin de la Société des Sciences de Nancy, 1897. Brochure de 11 pages avec 1 planche.

* R. Nicklès. *Sur le Callovien de la Woëvre.* Comptes rendus de l'Académie des Sciences. (Séance du 24 janvier 1898.) 3 pages.

R. Nicklès. *Feuille de Sarrebourg* (partie française). Bulletin de la Carte géologique de France. Mars, 1898.

R. Nicklès. *Feuille de Metz* (partie française). Bulletin de la Carte géologique de France. Mars, 1898.

E. — *Ouvrages et mémoires relatifs aux dépôts quaternaires, glaciaires et erratiques.*

E. Reclus. *Nouvelle géographie universelle.* — La France, p. 814, avec carte des anciens glaciers des Vosges.

Collomb. *Sur le striage et le polissage des roches dans les Vosges.* Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris, 1845, t. XXII, pp. 172-175, et Bulletin de la Société Géologique de France, 2e série, t. III, 1846, pp. 412-414.

Collomb. *Sur le terrain erratique des Vosges.* Bulletin de la Société Géologique de France, 1re série, t. III, 1846, pp. 187-197.

Collomb. *Preuves de l'existence d'anciens glaciers dans les vallées des Vosges.* Bulletin de la Société Géologique de France, 2e série, 1847, t. II, p. 190.

Hogard. *Recherches sur les formations erratiques*, avec atlas dè 19 planches. Épinal. — Dans Dollfus-Ausset. *Matériaux pour l'étude des glaciers*, t. III, pp. 607-630.

H. Benoit. *Pourquoi les débris morainiques sont, dans les Vosges, usés et corrodés.* Bulletin de la Société Géologique de France, 2e série, t. XV, 1859, p. 638.

Ch. Grad. *Description des formations glaciaires de la chaîne des Vosges en Alsace et en Lorraine.* Bulletin de la Société Géologique de France, 3e série, t. Ier, 1872-1873, pp. 88-116.

Fliche. *Sur les lignites quaternaires de Bois-l'Abbé, près d'Épinal.* Comptes rendus de l'Académie des Sciences. (Séance du 3 décembre 1883.)

G. Bleicher. *Formations glaciaires des Vosges.* Association française pour l'avancement des Sciences, 18e session. Paris, 1889, part. I. Procès-verbaux, pp. 290-291.

* Bleicher et Barthélemy. *Les anciens glaciers des Vosges méridionales.* Association française pour l'avancement des Sciences. Congrès de Besançon, 1893. (Séance du 4 août 1893.) 4 pages.

G. Bleicher. *Sur l'âge de la grouine dans la vallée de la Meurthe.* Bulletin de la Société des Sciences de Nancy, 1888, p. xv.

Fliche et Bleicher. *Recherches relatives à quelques tufs quaternaires du nord-est de la France.* Bulletin de la Société Géologique de France, t. XVII, 1888-1889, pp. 566-602.

F. — *Minerais de fer. — Pisolithes.*

* A. Braconnier. *Les minerais de fer dans le département de la Meurthe.* Statistiques pour 1870. Nancy, 1871, grand in-8° de 85 pages.

* Levallois. *Note sur le minerai de fer en grains, ou minerai pisiforme.* Bulletin de la Société Géologique de France, 2e série, t. XXVIII, 1871, pp. 183-197.

G. Bleicher. *Le minerai de fer de Lorraine, au point de vue stratigraphique et paléontologique.* Bulletin de la Société Géologique de France, 3e série, t. XII, 1884, pp. 46-107.

G. Bleicher. *Sur la structure microscopique du minerai de fer oolithique de Lorraine.* Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris. (Séance du 14 mars 1892.)

* G. Bleicher. *Recherches sur la structure et le gisement du minerai de fer pisolithique de diverses provenances françaises et de la Lorraine en particulier.* Bulletin de la Société industrielle de l'Est. (Séance du 10 avril 1894.) Brochure in-8° de 10 pages, avec planche.

G. Bleicher. *Les minerais de fer sédimentaires de la Lorraine.* Bulletin de la Société industrielle de l'Est, 2e série, fasc. II, 1894.

G. Bleicher. *Le minerai de fer de Meurthe-et-Moselle.* Bulletin de la Société industrielle de l'Est, 2e série, fasc. II, 1874.

Ch. Rolland. *Découverte de gisements de fer en France.* Comptes rendus de l'Académie des Sciences. (Séance du 17 janvier 1898.) (Extension considérable dans le sous-sol lorrain.)

G. — *Hydrologie superficielle. — Histoire primitive de la Haute-Moselle, affluent de la Meuse.*

* D.-A. Godron. *Du passage des eaux et des alluvions anciennes de la Moselle dans les bassins de la Meurthe en amont de Nancy et de la*

Meuse par la vallée de l'Ingressin. Annuaire du Club Alpin français, 1876, 16 pages, et Mémoires de l'Académie Stanislas pour 1876. Nancy, 1877. Brochure in-8° de 24 pages.

* CH. DE LA VALLÉE POUSSIN. *Comment la Meuse a pu traverser le terrain ardoisier de Rocroi.* Annales de la Société Géologique de Belgique (Liége), t. XII, 1884-1885, pp. 151-156.

* H. GREBE. *De la formation des vallées de la rive gauche du Rhin et particulièrement de la vallée de la Nahe.* (Résumé en français, par *M. H. Forir*, sous le titre de : Notices bibliographiques, n° 4.) Liége, 1888, dans : Annales de la Société Géologique de Belgique (Liége), t. XIV. Bibliographie. Le mémoire original : *Ueber Thalbildung auf der linken Rheinseite, insbesondere über die Bildung des unteren Nahethales*, est extrait du : Jahrb. der K. Preuss. geol. Landesanstalt für 1885. Berlin, 1886, pp. 133-164, pl. III-IV.

** J. WOHLGEMUTH. *Sur la cause du changement du lit de la Moselle, ancien affluent de la Meuse.* Association française pour l'avancement des Sciences. XVIIIe session. Paris, 1889, deuxième partie, pp. 403-408 (avec carte dans le tiré à part existant dans la bibliothèque de la Société, n° 2536).

* W.-M. DAVIS. *La Seine, la Meuse et la Moselle.* Annales de géographie. Paris, cinquième année, n° 19, 15 octobre 1895, pp. 25-49, 1 carte.

* A. DE LAPPARENT. *L'art de lire les cartes géographiques* (à propos des travaux de M. Davis sur les variations du cours de la Moselle). Revue scientifique, 4e série, t. V, n° 13; numéro du 28 mars 1896. (Voir aussi Association française pour l'avancement des Sciences. Congrès de Limoges, 1896.)

* CH. VÉLAIN. *Hydrographie des eaux douces. Évolution des réseaux hydrographiques avec application aux principales rivières de la Lorraine et de la Champagne.* Revue pédagogique du 15 avril 1896. Brochure de 13 pages in-8°. Paris, Delagrave, 1896.

H. — *Hydrologie souterraine et applications.*

DAUBRÉE. *Mémoire sur les relations des sources thermales de Plombières avec les filons métallifères et sur la formation contemporaine des zéolithes.* Bulletin de la Société Géologique de France, 2e série, t. XVI, 1859, pp. 562-591, et Annales des Mines, 5e série, 1859, t. XIII, pp. 227-256.

* J.-B.-A. PUTON. *Essai sur les applications thérapeutiques des eaux minérales des Vosges.* Thèse à la Faculté de médecine de Paris, n° 154, juillet 1857. Paris, Rignoux, 1859.

** Ch. François. *Le régime des eaux de la région de Dombasles-sur-Meurthe.* Bulletin de la Société belge de Géologie, t. VII, 1893, pp. 132-143, avec figures. (Discussion, pp. 141-143.)

* Dr Ed. Imbeaux. *Rapport sur l'avant-projet de captation des eaux souterraines de la forêt de Haye pour la recherche de nouvelles eaux de source.* Nancy, 1897. Volume de 51 pages grand in-8°, avec 1 carte.

** Villain. *Conférence sur le captage des eaux potables faite aux membres du Congrès de l'Industrie minérale, à Montluçon.* Bulletin de la Société de l'Industrie minérale, 3e série, t. XI, 1897, pp. 343-364.

I. — *Cavernes et archéologie préhistorique (Quaternaire).*

* G. Bleicher. *L'homme et les animaux domestiques de la station préhistorique de Belleau (Meurthe-et-Moselle),* 1896, 4 pages in-8°. Nancy, Berger-Levrault.

F. Barthélemy. *Sur un outil acheuléen découvert dans les alluvions de la Moselle.* Bulletin de l'Association pour l'avancement des Sciences. Congrès de Limoges, 1896, 2me partie, p. 596.

Lebrun. *Des études préhistoriques en Lorraine.* Bulletin de la Société philomatique de Saint-Dié, 1876.

A. Godron. *Mémoire sur des ossements humains trouvés dans une caverne des environs de Toul.* Mémoires de l'Académie Stanislas, 1864, Nancy, in-8°, 18 pages.

Husson. *Diverses notes sur les cavernes à ossements des environs de Toul.* Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris, 1864. (Séances des 2 mai, 16 mai et 17 août 1864; séance du 19 novembre 1866; séance du 11 février 1867.)

Husson. *Origine de l'espèce humaine dans les environs de Toul. Alluvions des environs de Toul par rapport à l'antiquité de l'espèce humaine.* Comptes rendus de l'Académie des Sciences, 1864 à 1867.

Godron. *Age de la pierre en Lorraine.* Mémoires de l'Académie de Stanislas, 1867.

R. Guérin. *Les objets antéhistoriques du Musée lorrain,* avec planches. Journal de la Société archéologique lorraine, 1870.

R. Guérin. *Matériaux quaternaires du Musée de Nancy.* Description des fossiles recueillis, avec carte. Paris, 1873.

A. Godron. *Histoire des premières découvertes faites aux environs de Nancy et de Toul des produits de l'industrie primitive de l'homme.* Bulletin de la Société des Sciences de Nancy, 1879.

* A. Godron. *Les cavernes des environs de Toul et les mammifères qui ont disparu de la vallée de la Moselle.* Nancy, 1879, 2e édition, 30 pages in-8°.

* A. Lucanti. *Essai géographique sur les cavernes de France et de l'étranger,* fascicule II. *Régions de l'Est, du Centre, du Nord et de l'Ouest.* — *Vosges,* pp. 121-122 (dix-sept grottes à Neufchâteau, Saint-Dié, Remiremont et Mirecourt); *Meurthe,* pp. 124-126 (trois grottes à Nancy, trois à Lunéville, treize à Toul); *Moselle,* p. 126 (une à Thionville, cinq à Briey); *Meuse,* pp. 126-127 (quatorze grottes); *Haut-Rhin,* pp. 123-124 (vingt-trois grottes); *Bas-Rhin,* p. 124 (quatre grottes). — Bulletin de la Société d'études scientifiques d'Angers. Angers, 1882. 122 pages in-8°.

Ch. Cournault. *Comparaison de l'âge de bronze en Lorraine et en Alsace.* Bulletin de la Société d'histoire naturelle de Colmar dans : *Matériaux pour une étude préhistorique de l'Alsace,* par Faudel et Bleicher, 1885.

* G. Bleicher et F. Barthélemy. *Les tumuli de la Lorraine.* Association française pour l'avancement des sciences, 15e session, Nancy, 1886, 2e partie, pp. 643-646.

* G. Bleicher et F. Barthélemy. *Les camps anciens de la Lorraine.* Association française pour l'avancement des sciences, 15e session. Nancy, 1886, 2e partie, pp. 656-659.

F. Barthélemy. *Répertoire des découvertes préhistoriques dans le département de la Meuse.* Association française pour l'avancement des sciences, 18e session. Paris, 1889, 2e partie, pp. 599-614, avec 1 carte en couleurs. (Carte archéologique extrêmement détaillée.)

* G. Bleicher. *Commerce et industrie des populations primitives de l'Alsace et de la Lorraine.* Bulletin de la Société d'histoire naturelle de Colmar. Années 1889-1890. Colmar, 1891, 34 pages in-8°.

Faudel et Bleicher. *Supplément aux matériaux pour une étude préhistorique de l'Alsace.* Bulletin de la Société d'histoire naturelle de Colmar (1891-1894), brochure in-8° de 21 pages.

* Brocard (Commandant). *La spéléologie de la Meuse.* Bulletin de la Société de spéléologie. Paris, 1896, t. II, n° 5, pp. 14-27.

* Brocard (Commandant). *Nouvelle caverne près de Toul (Meuse).* Ibidem, p. 40.

* G. Bleicher. *Sur la découverte du Renne dans les formations quaternaires des environs de Nancy.* Bulletin des séances de la Société des Sciences de Nancy, 1896.

G. Bleicher et Beaupré. *Contributions à l'étude de la métallurgie en Lorraine,* avec planches. Bulletin de la Société archéologique lorraine, 1897.

NOTA.

Pour la plupart des groupes qui précèdent, voir, comme complément, l'énumération des *ouvrages généraux* réunis dans le groupe n° I page 193.

Voir aussi pour renseignements détaillés complémentaires :

Bibliographie générale vosgienne publiée annuellement par les soins de M. L. Haillant jusqu'en 1887, dans les *Annales de la Société d'Émulation des Vosges*. Voir encore : Bibliographie lorraine (Géographie physique, etc.) publiée dans le *Bulletin de la Société de géographie de l'Est, à Nancy*.

Voir enfin les indications et titres fournis par M. G. Bleicher dans son *Guide du géologue en Lorraine*.

Les renseignements qui précèdent n'ont nullement la prétention de constituer un ensemble régional visant à être complet ou systématiquement développé dans chacune de ses parties. C'est un *choix* de renseignements, où chacun pourra puiser à sa guise, et suivant ses préférences, des données relatives aux sujets qui l'intéressent le plus dans la région visitée. L'auteur de cet aperçu, rapidement établi, en vue de l'excursion et reproduit ici tel quel, s'excuse d'avoir peut-être omis divers travaux intéressants, dont la mention eût dû trouver sa place ici.

Enfin l'on trouvera ci-dessous un **addenda** fournissant, outre l'indication de quelques-uns de ces travaux omis, l'énumération de Mémoires ou Notes parus depuis l'excursion de 1898.

A. — Sel gemme (omissions).

J. Levallois. *Mémoire sur les travaux qui ont été exécutés dans le département de la Meurthe pour la recherche et l'exploitation du sel gemme.* Annales des Mines, 3e série, t. IV, 1833, pp. 37-76 et pp. 321-356; t. VI, 1834, pp. 119-164 et pp. 281-296.

L. Cordier. *Notice sur la mine de sel gemme qui a été récemment découverte à Vic (Meurthe).* Annales des Mines, 1re série, t. IV, 1819, pp. 495-498.

J. Levallois. *Note sur l'exploitation du sel par dissolution.* Annales des Mines, 4e série, t. VI, 1844, pp. 206-212.

J. Levallois. *Sur le gisement de sel dans le département de la Moselle et sur la composition générale du terrain de Muschelkalk.* Annales des Mines, 4e série, t. XI, 1847, pp. 3-26.

B. — DIVERS (omissions).

P. FLICHE. *Sur les lignites quaternaires de Jarville.* Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris (séance du 10 mai 1875).

B. AUERBACH. *Le Plateau lorrain.* Un vol. in-12. Nancy, 1893 (Berger-Levrault).

C. — PARUS DEPUIS LA SESSION DE 1898.

A. DELEBECQUE. *Les Lacs français.* Paris, 1898. Chamerot et Renouard, grand in-4°, 436 pages, 153 figures et 22 planches. Dans ce bel ouvrage, où presque à chaque chapitre il est question des *Lacs vosgiens,* l'auteur établit leur origine glaciaire. Voir notamment chap. I, p. 6; chap. III, pp. 31-41 ; chap. V, p. 95 ; chap. IX, pp. 202-213; chap. X, pp. 260, 266, 271, 272, 340, 343. Voir aussi : Tableaux p. 378.

A. DELEBECQUE. *Phénomènes glaciaires des Vosges.* Bulletin des services de la Carte géologique de France, n° 69, t. X, 1898-1899, p. 126.

C. VÉLAIN. *Feuille de Lure.* Bulletin des services de la Carte géologique de France, n° 59, mars 1897 (Géologie, Hydrographie) 7 pages, 2 figures; n° 69, t. X, 1898-1899, n° d'avril 1899 (Géologie, Hydrographie) pp. 130-135, 2 figures.

P. VILLAIN. *Sur la genèse des minerais de fer dans la région lorraine.* Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris, t. CXXVIII, 1er semestre 1899 (23 mars 1899), pp. 1291-1293.

O. BARRÉ. *Vosges et Lorraine* (dans la France du Nord-Est), pp. 16-54, in-8°. Berger-Levrault, Paris-Nancy, 1899.

O. BARRÉ. *La géographie militaire et les nouvelles méthodes géographiques.* Revue du Génie militaire, juin 1899, p. 504 (Berger-Levrault).

G. BLEICHER. *Sur deux dépôts quaternaires voisins du Lehm.* Bulletin des séances de la Société des sciences de Nancy (15 novembre 1899).

G. BLEICHER. *Sur la dénudation du plateau de Haye, ou Forêt de Haye (Meurthe-et-Moselle).* Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris, t. CXXX, n° 3, 15 janvier 1900, pp. 146-148.

G. BLEICHER. *Note sur les phénomènes de métamorphisme, de production de minerai de fer consécutifs à la dénudation du plateau de Haye (Meurthe-et-Moselle.* Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris, t. CXXX, n° 6, 5 février 1900, pp. 346-348.

G. BLEICHER. *Note sur la dénudation de l'ensemble du plateau lorrain et sur quelques-unes de ses conséquences.* Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris, t. CXXX, n° 9, 26 février 1900, pp. 598-600.

IDENTIFICATION

DU

CŒLOMA RUPELIENSE (STAINIER)

ET DU

CŒLOMA HOLZATICUM (STOLLEY) (1)

PAR

X. STAINIER,
Professeur à l'Institut agricole de Gembloux,

ET

Ed. BERNAYS,
Avocat.

Planche XV

En 1887, l'un de nous faisait connaître un crustacé brachyure nouveau pour la faune rupelienne : le *Cœloma rupeliense,* découvert dans l'argile oligocène de Burght, et dont la description parut dans les *Annales de la Société géologique de Belgique,* tome XIV, 1887.

Depuis lors, cet intéressant décapode n'avait plus fait parler de lui, lorsque l'année dernière on le découvrit en grande quantité dans la briqueterie de M. Ch. Truyts, à Contich. Ces crabes se trouvaient dans des rognons argilo-calcaires, de forme elliptique déprimée, à un niveau très constant, situé à 4 mètres sous la surface du sol, soit à $2^m,50$, dans l'argile de Boom, qui n'est recouverte en cet endroit que par des dépôts flandriens et modernes, de faible épaisseur. Un point intéressant

(1) Présenté à la séance du 25 octobre 1898.

à noter, c'est que, ni au-dessus ni au-dessous de ce niveau, on ne put trouver un seul de ces crustacés.

Les rognons dont le crabe formait le noyau étaient extrêmement durs, et ce fut cette extrême résistance de l'enveloppe qui rendit la préparation des plus difficiles : souvent aussi la recherche demeurait stérile, l'animal étant si pyritisé, qu'il ne formait plus qu'une petite masse métallique au centre du septaire.

C'est grâce à la soigneuse préparation de M. B. Stürtz, de Bonn, qu'il a été possible de mener l'étude du *Cœloma rupeliense* à bonne fin; mais notre dette de reconnaissance ne serait pas éteinte si nous ne témoignions ici nos sentiments de gratitude envers M. Ch. Truyts, qui a tout mis en œuvre pour mettre à notre disposition des matériaux d'étude aussi riches qu'abondants.

Entre la trouvaille de 1887 et celle de 1897 s'en place une autre, qui a une grande importance. En 1890, M. Stolley, étudiant à l'Université de Kiel, découvrit dans l'argile rupelienne d'Itzehoe, en Holstein, un crabe qu'il décrivit sous le nom de *Cœloma holzaticum.* Son ouvrage parut dans les *Mittheilungen aus dem Mineralogischen Institüt der Universität Kiel,* Band I, Heft 3, 1890. M. Stolley trouve qu'il y a lieu de séparer spécifiquement *Cœloma rupeliense* et *Cœloma holzaticum.*

Nous ne reviendrons pas sur la description fondamentale de l'espèce type, car dans le présent travail nous nous attacherons seulement à signaler les faits nouveaux que la découverte de Contich a fournis. De plus, hâtons-nous de le dire, nous essayerons de prouver par l'étude comparée des crabes de Burght, de Itzehoe et de Contich, qu'il n'y a là qu'une seule espèce de *Cœloma,* ayant vécu dans la mer rupelienne sur une aire très étendue, et ayant atteint un grand développement numérique. Primitivement, en effet, le *Cœloma rupeliense* était considéré comme rare à Burght : or M. Delheid, qui explore avec tant de succès nos gîtes fossilifères tertiaires, n'a pas recueilli moins de *neuf cents Cœloma* dans la briqueterie Steenakers, avant que celle-ci ne fut malheureusement transformée en chantier.

Ce grand développement numérique et superficiel explique les variations locales que présentent les *Cœloma* des trois localités citées plus haut.

On constate en effet presque toujours, que dans les gisements fossilifères très riches, les espèces abondantes sont généralement très variables, au point qu'il est toujours possible de rencontrer des individus si différents, qu'on n'hésiterait pas à les considérer comme des espèces distinctes, s'ils étaient seuls. Tel est notamment le cas pour les Goniatites de l'ampélite de Chokier.

Mais, par l'examen de nombreux individus, on se persuade aisément que ce ne sont que des types extrêmes d'une même espèce, vu qu'on trouve parmi eux des spécimens établissant toutes les gradations possibles entre deux sujets apparemment fort distincts l'un de l'autre.

On n'a pas toujours accordé à cette constatation toute l'importance qu'elle mérite; aussi estimons-nous que l'on ne doit pas pousser à l'extrême la création des espèces, alors qu'il ne s'agit que de différences de variétés. Il se peut que cette question de principe nous sépare de M. Stolley, et que ce dernier, partant de points de vue différents, ait pu attribuer à certains caractères une importance plus grande que nous.

Passons à l'étude des *Cœloma* de Contich, et, chemin faisant, nous montrerons les ressemblances et les différences qu'ils présentent avec ceux des deux autres localités.

Les exemplaires de Contich sont sensiblement plus robustes que ceux de Burght : le plus grand individu mesure 55 millimètres de large sur 47 de long; tandis que la longueur maximum des crabes de Burght est 45 millimètres et leur largeur de 52 millimètres. Stolley indique, pour son plus grand *Cœloma,* 75 millimètres de large sur 50 de long; mais il a le tort de comprendre dans son mesurage les deux grandes épines des lobes mésobranchiaux. Ces épines n'étant jamais intactes mais bien toujours plus ou moins tronquées, il ne faut pas en tenir compte. Dès lors nous arrivons à 56 millimètres de large sur 48 de long pour la figure 1*a* de la planche V de son ouvrage. (Voir fig. B1 de notre planche.)

Les individus des trois localités citées sont donc de taille légèrement différente : ceux de Burght étant les plus petits, mais aussi les plus mal conservés; ceux d'Itzehoe les plus grands; les crabes de Contich, par leur position intermédiaire, montrent bien qu'il n'y a pas lieu de s'arrêter à ces divergences.

A. **Contour du Céphalothorax.** — La projection sur un plan horizontal du contour du céphalothorax des espèces différentes du genre *Cœloma,* donne lieu à d'importantes considérations. On remarque en quelque sorte une vraie gradation dans la forme de ce contour. Très quadrilatère chez le *Cœloma taunicum* (V. Meyer), on le voit s'arrondir progressivement chez les autres espèces, en même temps que les diamètres antéro-postérieur et transversal s'égalisent, de sorte que le

contour devient de plus en plus circulaire. Sous ce rapport, on peut classer les *Cœloma* comme suit :

Cœloma taunicum (V. Meyer). — Contour quadrilatère : diamètre antéro-postérieur nettement plus petit que le diamètre transversal.

Cœloma rupeliense de Burght. — Contour plus arrondi : diamètre transversal plus long que le diamètre antéro-postérieur, mais moins que chez le précédent.

Cœloma holzaticum (Stolley). — Contour toujours plus arrondi, et moins grande différence des diamètres.

Cœloma rupeliense de Contich. — Contour presque circulaire : dans les grandes lignes toutefois, comme pour les précédents.

B. **Bordure du Céphalothorax.** — L'examen des *Cœloma* de Contich supprime une des différences spécifiques que Stolley a voulu établir entre *Cœloma holzaticum* et *Cœloma rupeliense.* Le *Cœloma holzaticum* est tout bordé d'une fine granulation, très nettement marquée, spécialement sur le front et les orbites : le *Cœloma rupeliense* de Burght n'en a pas trace. Or, si plusieurs exemplaires de Contich en sont aussi dépourvus, il n'en est pas de même de trois autres, en très bon état, dont le bord infra-orbital est entièrement granulé, et cette granulation s'est bien conservée grâce à la pyrite, qui, l'ayant cuirassée en quelque sorte, l'a préservée ainsi de la destruction; sur un de ces deux exemplaires on aperçoit encore quelques granulations du bord externe des branchiostégites, longeant parallèlement le sillon ptérygostomial.

Nous en déduisons donc que la différence basée sur la granulation n'en est pas une; que si les exemplaires de Burght sont dépourvus de cet ornement, tout comme la plupart de ceux de Contich, c'est à cause de leur mauvaise conservation; quant aux crabes de Contich, s'ils n'étaient pas si difficiles à préparer, on aurait pu observer les granulations sur un bien plus grand nombre d'entre eux. En outre, il va sans dire que ce caractère ne peut s'observer que sur des individus *intacts, munis de leur carapace :* or, à Burght, on n'a recueilli que des moules internes, ce qui explique l'absence absolue de granulations sur les exemplaires de cette localité.

Il en est de même pour la seconde différence que Stolley établit quant aux cinq épines, et, à vrai dire, il est excusable de s'être trompé, car certains crabes de Burght sont si mal conservés qu'ils paraissent n'en porter aucune. Sur ce point encore, lumière complète est apportée par les *Cœloma* de Contich : deux épines sont très obtuses, faiblement marquées, ressemblant plutôt à deux bourrelets convexes : ce sont-la

deuxième et la quatrième. La première et la troisième sont grandes, bien mucronées; quant à la cinquième et dernière, elle est extrêmement développée et fort aiguë : elle est plus de deux fois aussi grande que la troisième. Aucune différence sous ce rapport avec *Cœloma holzaticum;* mais, encore une fois, tout dépend de la conservation; nous avons sous les yeux des *Cœloma* de Contich si usés, qu'ils sont devenus circulaires.

Avant de finir ce sujet, faisons remarquer que Stolley relève à bon droit une erreur dans la description de 1887 : à la page 8, il est dit que les deux dents médianes du front sont séparées par un espace deux fois plus grand que celui qui sépare une médiane d'une externe; c'est une erreur, il faut lire : *deux fois plus petit.*

C. **Régions du Céphalothorax.** — Une fine ligne granulée court au centre des deux sillons branchiocardiaques, encadrant en conséquence complètement les lobes épicardique et urogastrique. Deux autres lignes, toutes pareilles, mais plus fortes, longent les deux côtés postérieurs du lobe métagastrique, se coupent à angle aigu au point de suture du lobe métagastrique et du lobe urogastrique, pour se terminer sur ce dernier. Ces deux lignes s'observent aussi sur un échantillon de Burght et se coupent de même. Une troisième suite de granulations s'observe enfin dans le sillon séparant les lobes méso- et métabranchiaux. Que sont ces lignes granulées? Von Fritsch les avait déjà remarquées et en faisait les insertions de fortes soies. Une opinion différente et plus vraisemblable prévaut aujourd'hui : Nötling et Stolley y voient les points d'attache de muscles, vu que ces lignes granulées ne s'observent que sur les individus dont la carapace a disparu, sur les *Steinkernen,* pour nous servir de leur très juste expression. On verra plus loin que nous avons fait une observation analogue à propos d'empreintes profondes s'observant sur les pinces, et correspondant exactement avec des saillies aiguës de la face interne de la carapace.

Plusieurs exemplaires de Contich présentent une carapace bien conservée : celle-ci, assez épaisse, est criblée d'un fin pointillé, particulièrement développé sur le lobe mésobranchial, et sur le point le plus élevé du lobe métabranchial. Ce pointillé, examiné sous un léger grossissement, apparaît composé de petites verrues aplaties, très rapprochées, et parfois très saillantes, aux endroits où elles n'ont pas été usées. Ces observations, Stolley les fait aussi, et, aux nombreuses analogies qui militent en faveur de la fusion des deux espèces en une, nous en ajoutons une nouvelle. Stolley remarque dans le sillon épibranchial plusieurs

grosses verrues, assez distantes les unes des autres, et il en fait la base de fortes épines, ou plutôt de soies robustes. Nous avons observé la même chose sur un individu bien conservé : il y a quatre cicatrices à gauche et quatre autres à droite, fort bien marquées, dont la dernière se trouve dans le sillon séparant le lobe protogastrique du lobe méso-branchial. *Un individu de Burght présente également ces deux groupes de quatre grosses cicatrices.*

D. **Les flancs.** — Les branchiostégites, pointillés sur toute leur surface, sont fortement délimités sur leur côté extérieur par le sillon ptérygostomial : le bord interne faisant face à la première paire de pattes-machoires est droit et tranchant, accompagné sur toute son étendue d'un petit sillon bien creusé. Chez quelques individus bien conservés de Burght et de Contich, ce sillon a l'aspect d'une gouttière semi-cylindrique et profonde, dont le bord interne est aigu et tranchant. Par suite de sa situation oblique, il est impossible de le figurer sur les dessins.

Stolley établit une nouvelle différence entre les deux espèces, en se basant sur la direction du sillon ptérygostomial : selon lui, le sillon ptérygostomial du *Cœloma rupeliense* ne se termine pas au delà de la cinquième épine, tandis que pour le *Cœloma holzaticum,* ce sillon se prolonge parallèlement au bord latéro-postérieur. Il reconnaît pourtant que les deux exemplaires de *Cœloma rupeliense* qu'il possède présentent un prolongement beaucoup plus étendu que sur la figure 4 de la description de 1887. Cela n'a rien d'étonnant, car Stolley a perdu de vue que l'on ne peut tout rendre par le dessin. Si, dans la figure 4 de la description de 1887, le sillon ptérygostomial a l'air de se terminer à la hauteur de la cinquième épine, c'est qu'il vient se projeter au-dessus du bord latéro-postérieur, et que, par conséquent, sur le dessin, qui n'est qu'une projection horizontale, il cache sa distinction d'avec ce bord latéro-postérieur.

Sur deux crabes de Burght que nous possédons, l'un montre le sillon ptérygostomial se recourbant en un angle au niveau des troisième et quatrième épines, et s'unissant là au sillon cervical. L'autre exemplaire montre le sillon ptérygostomial régulièrement incurvé, comme celui que décrit Stolley. Comme on le voit, il y a là une variabilité qui prouve bien que l'on ne peut arguer de ces caractères pour établir une spécification. Presque tous les *Cœloma* de Contich reproduisent enfin exactement le sillon ptérygostomial, tel que le décrit Stolley pour *Cœloma holzaticum :* le sillon s'étend au delà de la cinquième épine, pour se prolonger parallèlement au bord latéro-postérieur.

Par contre, — et le point est à noter, comme le fait Stolley, — le sillon cervical est très visible sur les flancs des deux espèces belges, et sépare nettement les lobes sous-hépatiques des lobes sous-branchiaux : cette séparation n'existe pas sur les individus d'Itzehoe, à l'exception toutefois d'une légère dépression au niveau de la troisième épine, à l'endroit où le sillon cervical atteint le bord latéro-antérieur.

E. **Plastron sternal.** — Le plastron, comme on sait, ne fournit guère de bien caractéristique différenciation, car il est assez variable. Il suffit, pour s'en rendre compte, d'examiner les figures *1b* et *1d* de la planche V du travail de Stolley, où il dessine deux plastrons mâles. Voici ce que nous avons remarqué : Il y a ressemblance presque absolue entre les plastrons sternaux des crabes de Burght et de Contich, et, chose curieuse, surtout pour le protosomite et le deutosomite, avec le plastron femelle figuré par Stolley (fig. *1c*, pl. X). La différence est surtout marquée entre le plastron des individus de Belgique et l'original de la figure *1b* de Stolley, que nous reproduisons. Chez celui-ci, la partie déprimée du plastron, dans laquelle vient se loger l'abdomen, est beaucoup plus large, commence bien plus près des bords et est bien plus enfoncée, ce qui entraîne de grandes différences dans le contour des somites du plastron. Le deutosomite surtout est remarquablement plus petit que chez nos individus, ce qui donne au plastron une forme plus lancéolée.

Dans l'exemplaire de la figure *1d* de Stolley, le protosomite est tout à fait différent de celui des types belges; il est triangulaire à base extrêmement élargie, tandis que, chez nos espèces, ce somite est presque équilatéral. La variabilité est donc grande, et ce n'est pas dans les plastrons sternaux qu'il faut chercher des motifs de spécification.

F. **Abdomen.** — Stolley a eu plus de chance que nous dans la description de cette partie; il a pu rencontrer des individus femelles, tandis que, par un hasard curieux, aucun de ceux-ci ne s'est rencontré ni à Burght ni à Contich. Stolley montre que le centre de chaque segment se différencie des côtés de celui-ci, en ce que ces parties ne se trouvent pas sur un même plan. L'examen des crabes de Contich présente à ce sujet assez de difficultés, les échantillons, à cette partie du corps, étant mal conservés. Nous avons pu voir que le cinquième segment (en commençant par la pointe) présente au centre une gouttière nettement déprimée, par rapport aux deux côtés, qui sont en protubérance. Un crabe de Burght présente absolument la même con-

formation, qui ne semble pas se retrouver sur les crabes d'Itzehoe. Le quatrième segment présente trois protubérances, séparées par deux sillons assez irréguliers. Tandis que, sur les crabes d'Itzehoe, la protubérance centrale est beaucoup plus étroite que les latérales, à Burght et à Contich, on observe manifestement le contraire : ces segments rappellent assez bien les divisions tripartites d'un pygidium de Trilobite. Sur les troisième, deuxième et premier segments, la protubérance centrale est seule et domine, comme à Itzehoe, les deux côtés déprimés légèrement en cuvette ; mais, ici encore, la protubérance centrale est plus large qu'à Itzehoe. Les sixième et septième segments sont invisibles.

G. **Cadre buccal**. — Comme de juste, il reste peu de chose de celui-ci. L'épistome se présente sous l'aspect d'une barre presque horizontale, canaliculée sur sa face antérieure; elle se relève en son milieu pour émettre en avant un prolongement pointu triangulaire. Les deux extrémités reposent sur les branchiostégites. Quant à l'endostome, il est surtout remarquable par deux prolongements triangulaires très développés, à sommets dirigés dans la direction du plastron sternal. Les deux triangles sont séparés par une bordure qui affecte, dit Stolley, pour le *Cœloma holzaticum*, la forme d'un fer à cheval. Au centre de chacun de ces triangles s'en trouve un second, plus petit, faisant relief, et dirigé dans le même sens que le grand qui le contient. Entre la base de ce petit triangle et la base du grand triangle se trouve un large sillon demi-circulaire. L'endostome des crabes de Contich et celui des crabes d'Itzehoe sont absolument identiques.

H. **Organes appendiculaires**. — Des pattes-mâchoires extérieures subsistent aux deux premiers articles de la branche principale; le second article est arrondi au bout et également large à sa base et à son sommet. Il porte un sillon central concave, tout comme chez *Cœloma holzaticum*. La branche accessoire est une fois plus étroite que sa voisine et atteint presque le sillon ptérygostomial. Elle porte aussi un mince sillon en son milieu. Ces pattes-mâchoires, lorsqu'elles sont revêtues de l'enveloppe extérieure, sont largement ponctuées.

Les quatre paires de pattes marcheuses sont mal conservées, surtout la dernière paire. Le coxopodite de la première paire se termine brusquement à son côté inféro-postérieur par un éperon court. Le basipodite de ce même membre est couvert de petites verrues vers le haut, de ponctuations vers le bas. Son bord antérieur semble être

assez considérablement renflé et présenter un sillon longitudinal. C'est l'ischiopodite qui a le plus souffert; il semble se terminer en pointe, recouvrant ainsi, comme un manchon, la naissance du méropodite, mais aucun exemplaire n'est satisfaisant à cet égard. Le méropodite est extrêmement robuste, et va en s'amincissant de sa naissance à son extrémité, ce qui lui donne l'aspect d'une massue allongée. Cet article semble très long et bien adapté pour la nage; malheureusement, il est partout brisé en son milieu. Le reste des pattes marcheuses ne nous est pas parvenu.

Les pattes préhensiles sont de loin les plus intactes. Le coxopodite présente à sa base un éperon qui pénètre assez en avant dans un repli du deuxième sternite. Il est fortement évasé en son milieu et se prolonge, en une longue avancée digitiforme, le long du basipodite, qu'il renferme ainsi presque complètement. Un petit sillon transversal, assez profond, se voit à sa base. Cet article est fortement ponctué : des tubercules bordent la partie interne du prolongement digitiforme.

Le basipodite, qui entre profondément dans le coxopodite, en reproduit la forme : ce sont deux triangles rectangles, à hypoténuses concaves, s'emboîtant l'un dans l'autre; il se termine aussi postérieurement en un petit éperon, lequel est séparé du reste de l'article par une dépression assez profonde, tandis qu'un sillon, très net, le coupe transversalement à sa base : ce sillon est parallèle à celui qui sectionne la base du coxopodite. Le basipodite est fortement ponctué.

L'ischiopodite forme à sa naissance deux bourrelets, separés par un sillon, puis il s'élargit et est creusé, sur son côté antérieur, par un sillon longitudinal; son extrême bord antérieur est arrondi et porte plusieurs petits tubercules.

Le méropodite reproduit absolument la disposition qu'a décrite et figurée Stolley. Concave sur sa face interne, cet article est fortement bombé sur sa face externe : il affecte ainsi une forme très prismatique et, vu de face, a un aspect très caréné. Sa particularité remarquable consiste en une sorte de rotule, grosse épine ronde et obtuse, profondément séparée par un sillon du reste de l'article : cet appendice semble articulé et se trouve sur le côté externe inférieur du bord antérieur du méropodite. Ce bord antérieur est profondément évasé et se termine de chaque côté en deux pointes aiguës, de sorte qu'il semble qu'il y a deux épines juxtaposées sur le côté externe du bord antérieur.

Le méropodite est recouvert de singuliers ornements, pareils à de petites taches noires, dont le groupement, en une sorte de marqueterie

bizarre, forme des dessins variés, sur lesquels nous reviendrons plus bas.

Le carpopodite est convexe, en forme de losange : il émet un prolongement aigu, absolument disposé comme dans l'espèce de Itzehoe. Quant aux pinces proprement dites, elles sont robustes et, généralement, très allongées; la droite assez souvent plus développée que la gauche. Les parties prenantes du propodite et du dactylopodite sont garnies de dentelures nombreuses aiguës et coupantes, de grandeur inégale. Le bord externe est malheureusement toujours plus ou moins endommagé, et l'on ne peut distinguer que la base des crêtes qui s'y trouvent; sur l'un des exemplaires, on voit cependant un petit appendice, implanté sur le bord externe du propodite. (Voir fig. A II; A VI; B II et B IV de notre planche.)

Nous avons parlé des singulières taches qui, par leur réunion, constituent un si curieux dessin sur le méropodite. Il va sans dire qu'il s'agit d'individus à carapace intacte. Ces ornements reparaissent sur le propodite et le dactylopodite. Ce sont de petites taches noires, triangulaires, groupées par quatre ou cinq, et formant des petits dessins irrégulièrement disposés; chaque groupe laisse au centre un petit espace vide; par places, les groupes sont denses, ailleurs fort lâches. Une autre particularité curieuse, c'est que sur les échantillons *dépourvus de carapace* (Steinkernen), ces mêmes dessins, ces mêmes groupes reparaissent, et cette fois en *empreintes pointillées*, comme burinées dans le fossile.

L'explication de cette particularité est la suivante : il y a, à la face interne de la carapace du méropodite et des pinces, des *saillies;* ces saillies forment à la surface les dessins de marqueterie dont nous avons parlé, et produisent les empreintes sur le *Steinkern.* Nous considérons que ces saillies servaient à faciliter l'adhérence entre la carapace et la masse charnue qu'elle recouvrait.

Conclusion. — Que reste-t-il des différences invoquées par Stolley pour séparer en deux espèces distinctes les crabes de Burght et de Contich d'une part, et ceux d'Itzehoe de l'autre?

Remarquons tout d'abord un caractère général extrêmement important, à savoir : que les *régions céphalothoraciques des deux espèces sont absolument semblables :* les lobes gastriques, les lobes branchiaux et cardiaques présentent les mêmes protubérances, les mêmes sillons, les mêmes impressions musculaires. Le plastron sternal, tout variable qu'il est, ainsi que l'abdomen, ne présentent aucune différenciation spéci-

fique. Enfin, nous avons suffisamment insisté sur le sillon ptérygostomial et les branchiostégites, pour avoir démontré que, là encore, il n'y a pas de motif pour créer deux espèces.

De part et d'autre les pattes sont identiques; les crabes de Contich ont montré que les épines du *Cœloma holzaticum* ne sont en rien plus développées que celles du *Cœloma rupeliense;* qu'une même granulation existe chez l'un et l'autre; enfin, et par suite même de la disposition semblable des épines, le mesurage du front, sur lequel Stolley se base pour établir une différence nouvelle, devient lettre morte; quant au contour des deux espèces, les *Cœloma* de Contich ont démontré comment leur apparente divergence n'était qu'un effet des variations d'individu à individu.

Une opposition reste debout, et encore avec quelque réserve de la part même de l'auteur : la division par le sillon cervical des lobes sous-hépatiques et sous-branchiaux, visible chez *Cœloma rupeliense*, absente chez *Cœloma holzaticum*, bien que l'on constate, sur ce dernier et devant la troisième épine, une légère dépression à l'endroit où le sillon cervical atteint le bord latéro-antérieur. Peut-on, sur cette seule considération, créer une nouvelle espèce pour les *Cœloma* trouvés à Itzehoe? C'est douteux. Les trouvailles faites à Burght, Itzehoe et à Contich ont révélé une espèce extrêmement abondante; le fait de la retrouver en grand nombre à des endroits aussi distants les uns des autres, que Burght et Contich en Belgique, et Itzehoe en Holstein, prouve que le Coeloma rupeliense avait une aire de dispersion fort étendue dans la mer rupelienne. Et dès lors, n'y a-t-il pas lieu de lui appliquer ce grand principe que nous avons rappelé dès les premières lignes de cette étude, que « les espèces ayant un habitat considérable » qui sont les plus répandues dans un pays ou dans un terrain, qui » comportent un grand nombre d'individus, sont les espèces florissantes ou dominantes, et sont celles qui produisent le plus souvent » *des variétés* bien prononcées »?

Il doit en être ainsi du *Cœloma rupeliense*, et c'est ce que les découvertes de l'avenir confirmeront.

Une partie importante de ce travail a été faite par M. Em. Spysschaert, second de l'Hydrographie.

Je me plais à rendre hommage à sa collaboration intelligente, qui a singulièrement facilité ma besogne. V. M.

LA
CARTE LITHOLOGIQUE
DE
LA PARTIE MÉRIDIONALE
DE
LA MER DU NORD

PAR

C.-J. VAN MIERLO (1)

—

Planches XVI et XVII

—

§ 1. — Étendue et disposition de la carte.

La carte des fonds de la mer du Nord dont s'occupe le présent travail s'étend : en latitude, depuis le cinquante et unième parallèle (Gravelines) jusqu'à 51°37′ de latitude nord, c'est-à-dire jusqu'au bateau-feu néerlandais du Noord Hinder; et, en longitude, depuis 0°16′ de longitude ouest du méridien de Paris jusque 1°18′ de longitude est, à savoir depuis Gravelines jusqu'au méridien de Middelbourg.

Elle représente donc la totalité des bancs de Flandre, hormis les extrêmes pointes ouest et nord de ces accumulations de sable.

(1) Présenté à la séance du 20 juin 1899.

La représentation topographique des fonds de la mer et, par suite, la détermination exacte de chaque prise d'échantillon, ne peut se faire aussi clairement que dans les documents se rapportant à la topographie terrestre, principalement à cause du manque de repères.

Tout au plus est-il possible d'indiquer qu'on a pris un échantillon sur tel versant de tel banc, dans tel relèvement d'une ville ou d'un bateau-feu; mais ces indications sont absolument insuffisantes pour une étude des fonds sous-marins.

Nous avons donc été forcé de procéder à une classification méthodique qui permît de retrouver rapidement chaque échantillon en nature et en situation.

A cet effet, nous avons divisé la carte en séries numérotées *positivement* à l'est du méridien de Paris et *négativement* à l'ouest. Chaque série comprend une largeur de cinq minutes en longitude.

Les échantillons de chaque série sont séparés et annotés par lettres, les premières étant les plus rapprochées de la côte ou les plus basses en latitude. Ces lettres sont indiquées d'une manière apparente sur la carte et permettent de retrouver aisément la position d'un échantillon que l'on aurait choisi dans le tableau des roches, annexé à ce mémoire.

Pour faire aussi facilement l'opération inverse, chaque dragage porte sur la carte un numéro d'ordre qui est reproduit dans le tableau ci-annexé et qui permet de retrouver immédiatement la description sommaire du fonds que l'on désire connaître.

Cette disposition a l'avantage de permettre de reconnaître très facilement un échantillon déterminé; mais elle a pour inconvénient que l'on doit se reporter à divers endroits du tableau si l'on veut coordonner les éléments recueillis dans une passe ou sur un banc donné.

Mais il était indispensable d'en user ainsi parce que, d'une manière générale, la géographie des fonds sous-marins est peu connue et que les noms des bancs n'indiquent pas à l'esprit de la plupart la situation, en mer, de ces reliefs du fond.

§ 2. — Dragages.

Les différents points figurés sur la carte ont l'air de ne présenter aucune suite et d'être disposés au hasard dans toute l'étendue de la mer. Cependant, en y regardant d'un peu plus près, on s'aperçoit bientôt que la plupart des dragages sont situés sur des lignes à peu près droites émergeant des ports d'Ostende, de Nieuport, etc., et se dirigeant vers le large.

C'est effectivement ainsi qu'il a été procédé aux prises d'échantillons. Le steamer hydrographe marchait suivant un cap fixé d'avance et, après un nombre de tours déterminé, on arrêtait pour draguer, puis on repartait, toujours dans la même direction.

Au bout d'un certain temps, on parcourait une distance assez grande perpendiculairement à la course précédente, afin de pouvoir, au retour vers le port, prendre des échantillons dans une autre région de la mer.

C'est là ce qui fait que l'on peut, en certaines régions de la carte, retrouver cinq, six, sept sondages situés à égale distance l'un de l'autre et à peu près en ligne droite.

On voit cependant, en certains endroits, des trous, c'est-à-dire des parties où il n'y a pas de dragages marqués. Les échantillons ont bien été recueillis, mais ils ont été perdus avant que j'aie eu le moyen de m'occuper de les réunir et de les classer.

Les dragages se faisaient au moyen d'un appareil en forme de pyramide quadrangulaire.

La pointe de la pyramide était prolongée par une tige de manière que l'appareil fût toujours couché.

La base de la pyramide est ouverte et les bords sont légèrement recourbés vers l'extérieur; une chaîne double est attachée à ces bords.

Quand on jette à la mer l'appareil muni d'une ligne, il tombe de côté sur le fond, et comme le navire a toujours encore quelque élan, il traîne sur le sable. Les bords recourbés s'enfoncent, la pyramide se remplit en entier de sable et alors on peut remonter l'instrument au moyen de la ligne.

Le sable est ensuite séché et préservé tel quel dans les boîtes à échantillons. Les échantillons ainsi recueillis ont été divisés en diverses catégories résumées dans le tableau ci-après :

TERRAINS.			Nos distinctifs.
Limon. . .	fin (vase grise)	sans coquilles	1
		avec coquilles	2
	sableux . . .	sans coquilles	3
		avec coquilles	4
Sable . . .	fin.	très pur	5
		avec petits débris de coquilles . .	6
		avec coquilles	7
	moyen. . . .	très pur	8
		avec petits débris de coquilles . .	9
		avec coquilles	10

TERRAINS.			Nos distinctifs.
Sable rude.	grossier	avec petits débris de coquilles	11
		avec coquilles	12
		avec coquilles et cailloux	13
	graveleux	avec petits débris de coquilles	14
		avec coquilles	15
		avec coquilles et cailloux	16
Gros sable		avec débris de coquilles	17
		avec coquilles	18
		avec cailloux et coquilles	19
Cailloux et grès			20
Coquilles et cailloux			21
Coquilles			22

Cette subdivision donne lieu aux remarques suivantes : à part les nos 1 à 4, qui sont d'une nature autre, tous les échantillons de 5 à 19 sont, en somme, des variétés d'une même roche, dont les modifications sont insensibles d'un échantillon à l'autre.

Ces sables fins, moyens, grossiers et graveleux dominent dans la plus grande étendue de la mer du Nord, au moins sur l'étendue de la carte annexée au présent mémoire.

Les échantillons nos 20, 21 et 22 sont des exceptions. On rencontre dans quelques endroits bien connus des marins, des accumulations de coquilles et de petits cailloux qui ne paraissent mélangés d'aucun sable, mais ces « nids » sont rares et n'ont qu'une étendue fort limitée.

L'annexe qui termine cet ouvrage renseigne, du reste, un tableau mentionnant tous les échantillons.

La première colonne est celle des numéros d'ordre; la deuxième indique la série de 5 minutes de longitude dans laquelle on trouvera l'échantillon sur la carte; la troisième, la lettre dans la série; la quatrième mentionne la longitude; la cinquième, la latitude; la sixième, la profondeur; la septième, le numéro correspondant au tableau ci-dessus; la huitième donne la situation hydrographique; et, enfin, la neuvième donne la description succincte du dragage effectué.

Le travail ainsi compris ne présenterait qu'un intérêt de collection, curieuse peut-être, mais qui ne donnerait à l'esprit aucune image de la manière dont les sables se comportent dans la mer du Nord ni sur ses rivages.

La chose est cependant fort intéressante, car nous parlons, en géologie, très fréquemment de la formation des terres au sein des eaux, et

nous avons ici l'occasion de voir, de suivre par nous-mêmes, la formation des couches.

L'amenée des sables dans la mer du Nord n'est autre chose, en effet, que la formation d'une nouvelle couche géologique se superposant aux autres qui se trouvent déjà formées.

Nous allons donc examiner ce qui se passe dans le fond de la mer et sur ses rivages ou, en d'autres termes, étudier :

1° La formation des bancs;

2° La formation des dunes.

Le 1° lui-même sera divisé en deux parties, suivant qu'il s'agit de vases ou de sables.

§ 3. — Les vases.

La vase ne se trouve dans la mer du Nord que sur une étendue proportionnellement faible, et s'il en est si souvent question dans les traités d'ingénieurs, c'est parce que les bancs de vase se forment en général près des côtes et qu'ils sont le plus redoutable ennemi des ports, des rivières et des bassins.

Il ne faut pas confondre la vase avec l'argile, car l'argile est une roche préexistante que les courants d'eau attaquent très faiblement, tandis que la vase est apportée par les eaux elles-mêmes.

La vase proprement dite est composée non seulement de particules argileuses ou siliceuses microscopiques, mais aussi de débris de foraminifères, d'entomostracés et d'organismes variés; on donne parfois à ces matières visqueuses et adhérentes le nom d'*oazes* (1).

Les vases ne peuvent s'établir dans la majeure partie de la mer du Nord à cause de la violence des courants; elles sont donc continuellement remaniées; et lorsqu'on trouve, par hasard, des vases en pleine mer, on peut être à peu près sûr qu'on se trouve soit dans une crique sous-marine fermée, soit dans le voisinage d'un port. Ainsi il existe de la vase dans le fond de la petite rade d'Ostende, limitée d'un côté par la terre et de tous les autres par des bancs très secs; on trouve aussi de la vase dans la rade de Nieuport (provenant des chasses naturelles du port), dans le voisinage de Heyst (provenant de l'Escaut) et dans toutes les criques de l'Escaut.

Les dépôts de vases ne peuvent donc se former que dans des conditions toutes spéciales; mais, une fois ces conditions remplies, les dépôts

(1) P. De Mey, *Amélioration des ports.*

se forment avec une rapidité inimaginable. Ainsi le Zwijn, qui était encore un large bras de mer, fut fermé en 1872 et, en 1888 déjà, je l'ai passé, à marée basse, à pied. Le bras oriental de l'Escaut n'était pas sans importance lorsqu'il fut fermé, en 1867, puisqu'il y passait 35,000,000 de mètres cubes d'eau par marée, et cependant depuis les trente ans que le barrage est fait, les schorres de Hinkelen Oord se sont élargis de 1,500 mètres en moyenne, émergeant environ 350 hectares de terres nouvelles, sans compter toutes les parties très envasées qui sont encore couvertes par les eaux de marée haute.

De même encore le Braakman, fermé à l'amont par le Bakkersdam et le Kapitalendam en 1788, mesurait plus de 7 kilomètres de largeur à l'entrée au commencement de ce siècle, et possédait un chenal navigable aussi large et aussi profond que l'Escaut devant Anvers. Actuellement, il reste à peine 2,000 mètres entre les digues; déjà les terres émergent de 2 mètres à marée basse, et il n'y a plus qu'un étroit petit goulet où les barques des pêcheurs peuvent passer.

On pourrait encore citer d'autres exemples d'envasement de criques et de bassins n'ayant qu'une seule issue libre vers la mer, mais, au point de vue tout spécial qui nous occupe, il suffit de savoir que tout espace de ce genre se comble très rapidement jusqu'au niveau de marée basse ou un peu au-dessous; que l'envasement continue lentement jusqu'au niveau des plus hautes mers; à ce moment, la surface se dessèche, il se forme une croûte superficielle assez solide et le banc de vase devient schorre.

Dans les parties situées en pleine mer, immergées en tous temps et qui sont disposées convenablement pour recevoir les vases, les choses se passent un peu différemment.

Les vases se précipitent aux étales dans les parties les plus abritées et se mélangent aux sables pour former des sables vasards ou des vases sableuses suivant les quantités. Tant qu'elles restent sous eau, ces formations restent molles et adhérentes : en y jetant un plomb de sonde, il s'y enfonce, et il faut toute la force d'un homme pour l'en arracher.

Pour l'établissement des ports, ces terrains visqueux constituent le plus redoutable des écueils, parce qu'aucun moyen artificiel ne peut les enlever en mer. Au point de vue des atterrissements, une fois qu'une région est envahie par la vase, il est presque impossible que l'envasement ne continue pas; le mélange de sables et de vases est pour ainsi dire inattaquable par les courants, et toutes les particules de sable qui viennent s'y déposer s'y engluent en quelque sorte, tandis que de nouvelles couches de vase se déposent à chaque étale.

Cet effet est bien connu et peut du reste se démontrer par les cartes hydrographiques.

Ainsi, en 1867, M. Stessels sondait la petite rade d'Ostende et y indiquait à l'est du port de la vase noire par $5^m,6$ à 6 mètres d'eau et, plus à l'est encore, de la vase par 5 mètres de profondeur. En 1882, M. Petit sondait aux mêmes points respectivement $4^m,70$ de profondeur et trouvait du sable blanc, fond dur, et $3^m,70$, sable blanc.

C'est donc que le sable s'est superposé à la vase. Les apports de vase devant Ostende proviennent de chasses effectuées dans le port.

Le seul exemple que nous ayons sur la côte belge de dépôts de vase en pleine mer est devant Blankenberghe et Heyst. Il s'y dépose de la vase noire et grise, ainsi que le renseignent les cartes de MM. Stessels et Petit; on trouve du sable vasard à l'ouest et de la vase à partir de Blankenberghe.

Nous verrons plus loin que ces dépôts résultent de ce que c'est précisément en ces points que se forment les atterrissements provenant de la marche des alluvions fluviales vers la mer et de la marche des alluvions maritimes vers l'est. Ces vases se déposent même sur la plage en couches légères, pourvu que le temps reste calme pendant quelques jours; mais, à la première tempête, la plupart sont enlevées et réemportées vers la pleine mer.

Les vases sont partiellement d'origine fluviale; mais la très grande majorité est d'origine marine et formée des débris les plus fins arrachés aux côtes d'Angleterre et de France. Il faut, en tout état de cause, écarter pour l'Escaut l'hypothèse de vases fluviales d'amont proprement dites, car, pour que ces vases puissent se former, il faudrait que les eaux d'amont charriassent des dépôts limoneux considérables. Or, il n'en est rien. Les débits des affluents de l'Escaut sont excessivement faibles et ne parviennent à la mer qu'après avoir stationné quatorze ou quinze fois aux étales et s'être ainsi décanté. Le peu de matières qu'elles ont pu contenir a donc eu facilement le temps de se déposer.

Et c'est ce qui arrive : à marée basse, les eaux, fort troubles à Anvers et en amont, se clarifient lentement à mesure que l'on marche vers l'aval et, à partir de Bath, elles sont déjà assez propres; devant Terneuzen, elles sont limpides. Cette limpidité ne dure pas longtemps, il est vrai, car à l'embouchure même l'eau est aussi trouble que dans le cours supérieur.

Toutefois, cette interruption des eaux jaunies montre bien que les vases et les corps en suspension dans l'eau sont de deux origines bien

distinctes; donc, que les apports du fleuve en mer se composent surtout des sédiments transportés lentement le long du fond.

Toutes les régions vaseuses, zones de courants très faibles ou bien de périodes d'étales fort prolongées, sont sensiblement de niveau. Les sédimentations s'y font par couches horizontales régulières sur toute l'étendue de la zone.

Nous verrons bientôt qu'il en est tout autrement pour les régions sableuses ou mixtes.

§ 4. — Les sables.

Les sables forment l'élément le plus important des fonds de la mer du Nord.

Leur disposition, au fond de la mer, en longs bancs, l'orientation de ces bancs, la nature et le volume des grains sont si intimement liés au système général des *courants*, que je ne crois pas pouvoir me dispenser de donner quelques indications à ce sujet.

L'étude de ces courants marins est excessivement compliquée et peu attrayante, parce que les circonstances les plus diverses influent sur la vitesse et sur la direction du courant, et que la disposition des bancs existants doit aussi intervenir.

Aussi nous bornerons-nous à consigner des résultats très résumés.

Dans le sud de la mer du Nord et dans la partie de la Manche représentée sur la carte que la Société de Géologie a publiée en 1897 (1), les courants de marée sont rotatifs près des côtes, tandis qu'ils n'ont qu'un mouvement alternatif en pleine mer.

La rotation est inverse, c'est-à-dire dans le sens opposé à celui des aiguilles d'une montre, sur la côte belge, et elle est directe sur la côte anglaise.

Au feu flottant du Westhinder, la giration est encore inverse.

En mer, les rotations se font rapidement; le courant conserve sa direction pendant cinq heures, orienté sous l'action du flot; il tourne pendant une heure, puis il est de nouveau orienté pendant cinq heures sous l'action du jusant. Ces deux directions sont diamétralement opposées, le flot portant nord-est $^1/_2$ est, et le jusant sud-ouest $^1/_2$ ouest, au Westhinder.

Mais les chemins parcourus ne sont pas égaux : à chaque marée, il

(1) C.-J. Van Mierlo, *Carte générale de la partie méridionale de la mer du Nord.* H. Lamertin, éditeur, Bruxelles, 1897.

y a un déplacement définitif vers l'est, qui s'appelle « gain de flot ». C'est ce déplacement qui est le mobile principal du transport des alluvions dans la mer du Nord. Les molécules d'eau sont entraînées sur une dizaine de kilomètres dans le nord-est par le flot et reviennent dans le sud-ouest par le jusant à peu près de la même quantité. De sorte que le transport définitif de 300 à 400 mètres vers l'est ne s'obtient qu'au prix d'un chemin parcouru de 20,000 mètres.

On voit donc qu'au point de vue des alluvions, il faut non seulement tenir compte de la marche des sables vers l'est, mais encore de l'usure et du broyage produit par le frottement des particules les unes sur les autres.

Ce système général des courants, où nous négligeons provisoirement les quelques zones du rivage où il peut être altéré, règne depuis le Pas-de-Calais et au delà vers l'ouest jusqu'au 52e degré de latitude, c'est-à-dire vers les limites de la carte naguère publiée par la Société. Au delà, la vague-marée venant du nord prend une importance prépondérante et le gain de flot a lieu vers le sud.

Comme, dans un travail précédent (1), j'ai montré que la mer du Nord, avant la rupture du Pas-de-Calais, n'avait pour ainsi dire pas de marée, il faut admettre que tout le sable qui vient dans la mer du Nord a passé par le Pas-de-Calais et est venu se déposer en longs bancs sur les côtes belge et anglaise.

Ces matériaux ont leur origine sur les côtes de France et d'Angleterre. On estime à $0^{m},25$ par an la largeur dont la mer empiète sur la côte du Calvados. Ce sont les pierres tombant en mer, usées par le frottement et par les chocs qu'elles se font mutuellement subir, qui se réduisent finalement au volume de grains de sable et cheminent alors vers l'est.

Les matériaux se classent naturellement par ordre de densité. Ainsi, dans la Manche, on rencontre de grandes quantités de galets de dimensions assez fortes; à partir du méridien de Dunkerque, il n'y a plus guère de gros galets, on a plutôt du gravier : mélange de galets de petite taille et de sable. On ne trouve plus du tout de galets et à peine du gravier à partir du méridien de Nieuport, et le sable lui-même devient de plus en plus fin à mesure que l'on s'avance vers les côtes hollandaises.

(1) *Les marées à la fin de l'Époque quaternaire sur les côtes de Belgique.* BULL. SOC. BELGE DE GÉOL., DE PALÉONT. ET D'HYDROL., t. XI, 1897. Mém. pp. 273-283.

Dans le nord de Wenduyne, le sable est excessivement fin et commence à être mêlé avec de la vase.

Lorsque les alluvions sont ainsi arrivées dans la partie méridionale de la mer du Nord et qu'elles se trouvent dans la région littorale, elles subissent l'effet des marées tournantes.

Le premier flot porte à terre, c'est-à-dire qu'aussitôt que la marée commence à monter, la direction du courant porte directement sur le rivage. Les particules sableuses qui sont tenues en suspension dans l'eau, ou bien qui sont simplement traînées sur le fond par la force du courant, sont toutes entraînées vers la plage et tendent à la remonter. Cet effet est général dans la région la plus intérieure des bancs de Flandre, et c'est pourquoi la plupart des bancs tels que le Dyck, le Ratel, le Breedt Banck, les Hills, etc., ont une pente beaucoup plus douce vers le large que vers la terre.

Si l'un de ces bancs était à talus raide vers la mer, on pourrait affirmer que sa forme se modifiera, car les particules de sable traînées sur le fond par le flot ne pourront pas remonter la pente et resteront déposées devant le revers extérieur; les dépôts s'accumuleront jusqu'à ce que la pente ait acquis une douceur suffisante pour permettre le cheminement des sables.

Au contraire, sur le versant intérieur, l'alimentation des talus se faisant par le haut au lieu de se faire par le bas comme pour la face extérieure, le revers sera plus raide et tendra à prendre une direction de plus en plus verticale jusqu'à ce que le talus d'éboulement soit atteint (en tenant compte de la diminution de pesanteur spécifique par suite de l'immersion).

Lorsque le flot est établi et que par suite le premier flot est passé, le courant porte franchement vers l'est. Toutes les particules sont entraînées dans cette direction; mais surtout celles des revers extérieurs, plus exposées à l'action des flots de fond (dont j'indiquerai plus loin la grande puissance) et des courants que celles du revers intérieur qui en sont abritées par le banc lui-même.

Aussi plusieurs bancs se sont déplacés vers l'est d'une façon très remarquable. Celui dont les mouvements ont été le plus observés est le Stroombank, parce que la prospérité et l'existence même du port d'Ostende sont intimement liées à son régime.

Lorsque Beautemps Beaupré leva le Stroom en 1801, il existait une large passe à l'est du port : il y avait au minimum 7 mètres d'eau; on trouvait sur le banc un petit fond de moins de 3 mètres dans le nord de la ville et il ne s'étendait pas plus loin vers l'est.

En 1867, on ne trouva plus dans le chenal est que 5 mètres et les petits fonds sur le banc, où l'on mesure à peine $1^m,7$, s'étaient transportés de 5 kilomètres dans l'est. Enfin mes derniers sondages ont montré que tous les fonds de 5 mètres ont disparu, même dans la rade à l'est du port, et que, là où autrefois on sondait 7 et 8 mètres, on n'en sonde plus que 3 ou 4.

Il est évident que le mouvement des sables, qui est si clairement indiqué par les cartes marines successives qui ont été dressées, n'est pas limité au niveau de marée basse et que, pendant la marée montante, le flot entraîne toujours le sable sur la plage dans la direction que les états successifs du Stroombank indiquent si bien. Les particules abandonnées par la marée haute sur la plage, aussitôt desséchées, reprennent, sous l'action des vents d'ouest, qui sont les plus fréquents, une marche, cette fois beaucoup plus rapide, et vont se déposer plus loin pour former les dunes de Clemskerke et du Coq.

Mais, dira-t-on, comment se fait-il que le jusant, qui dure plus longtemps que le flot, ne détruise pas tout l'effet de celui-ci, et comment expliquer que le jusant qui doit aussi entraîner les sables et qui porte vers la pleine mer n'adoucisse pas le talus de la face intérieure des bancs?

Ceci résulte de ce que les courants de jusant, *portant au large,* ont très peu de force et très peu de vitesse, car d'où viendrait la masse d'eau nécessaire? Ce n'est donc qu'à une assez grande distance en mer que le jusant peut commencer à porter au large perpendiculairement à la côte; et le long de celle-ci la marée, après une étale assez longue, tourne directement vers l'ouest-sud-ouest.

Une autre cause est que pendant la marée montante l'eau augmente en volume, en hauteur et par conséquent en pression, en même temps que les courants s'accroissent. Au jusant, au contraire, les plus forts courants se produisent quand la marée est descendue et alors, trouvant une issue plus facile par les passes que par-dessus les bancs, ils suivent les dépressions et s'en vont par les chenaux.

Aussi n'est-ce que tout à fait loin de la côte que l'on voit la ligne de faîte des bancs s'orienter davantage vers le nord. Ce défaut de force dans le jusant est cause aussi que nous voyons successivement tous les bancs côtiers se souder à la terre ferme : le Braeck et les Hills, prennent le nom de Traepegeer et de Broers et se rattachent devant La Panne aux larges dunes de ces parages.

De même la belle rade de Nieuport devient la petite rade d'Ostende et se termine en impasse entre le Stroom et la côte. Et aussi la grande

rade d'Ostende se termine par des hauts fonds entre le Stroom et le banc de Wenduyne.

C'est précisément à l'extrémité des bancs de sable marins que se trouvent les parties larges, hautes et nourries des dunes, et il faut attribuer aux bancs mis en mouvement par les courants de marée l'apport de sable sur la plage, d'où il s'envole pour former les dunes.

Les tempêtes modifient la marche des courants et par conséquent celle des alluvions. Les plus fréquentes sont celles de l'ouest, qui allongent considérablement la durée du flot et annulent à peu près la durée du jusant à la surface mais non dans le fond.

Les tempêtes du nord-ouest brisent les courants sans en changer la direction; elles leur font seulement perdre de leur vitesse. Les coups de vent du nord-est augmentent le jusant et affaiblissent le flot.

Les caractères des premières et des dernières tempêtes n'ont qu'une influence de quantité, sans rien changer au système de l'ensemble. Seulement, comme le mauvais temps venant de l'ouest est beaucoup plus fréquent que celui de l'est, il s'ensuit que le gain de flot et par suite le transport des matériaux solides est encore accéléré.

Les coups de vent du nord-ouest produisent une mer très grosse, très houleuse, qui soulève de longues vagues. Aussi est-ce toujours celle qui produit les accidents aux digues et aux dunes.

En 1897 encore, au mois de novembre, la digue de Middelkerke fut menacée au point que l'on conçut des craintes très sérieuses pour quelques villas; la digue d'Albertus fut entamée, ainsi que toute la rangée des dunes situées le long de la côte, car, par ces coups de vent, la mer monte beaucoup plus haut qu'en beau temps, et tout le sable qui est atteint par les lames est entraîné.

Ce sable ne va pas loin, sans doute, puisqu'il n'y a pas grand courant pendant les marées extraordinaires du nord-ouest : il se dépose sur la partie de la plage contiguë à la laisse de basse mer et contribue ainsi à former de larges terrasses, comme le Zand, l'extrémité est du Stroom et le Trapegeer.

Maintenant l'effet de ces vagues puissantes, quoique peu sensible sur les parties totalement immergées, est considérable sur les parties accores. Les exemples les plus célèbres sont les jets qui dominent le phare d'Eddystone pendant les tempêtes, jets qui le dépassent de 25 mètres et pèsent plus de 3,000 tonnes.

Ces effets formidables se produisent aussi sur les digues. Par exemple, du 22 novembre au 5 décembre 1822, il régna une grande

tempête dans le golfe de Gascogne; la ville de Saint-Jean-de-Luz fut particulièrement éprouvée.

On avait construit une digue composée d'une masse de terre argileuse et d'une croûte de maçonnerie de 1 mètre d'épaisseur. Le parement était composé de grandes pierres plates et au pied se trouvait un enrochement formé de blocs de rochers de 1 mètre cube à 1 mètre cube et demi, pesant 4,000 kilogrammes. Ces blocs étaient englobés entre des pilotis destinés à les maintenir. Pendant la tempête, les blocs furent arrachés de leurs alvéoles, emportés sur le sommet de la digue, d'où ils roulaient au bas pour être repris par une lame suivante : la digue ne put résister à ces chocs et fut entièrement ruinée.

De même au Becquet; on avait construit une digue composée de blocs de granit de 2,000 à 3,000 kilogrammes, longue de 350 mètres, large de 28 : elle fut détruite en un seul jour. J'ai vu moi-même à Ymuiden un bloc de béton, mesurant près de 2 mètres cubes, posé en enrochement près de la jetée sud, soulevé par un coup de mer et déposé sur le môle dont le pavement se trouvait à 3 ou 4 mètres plus haut. Actuellement on a fixé ces blocs par des chaînes.

Quelle est donc la puissance des vagues?

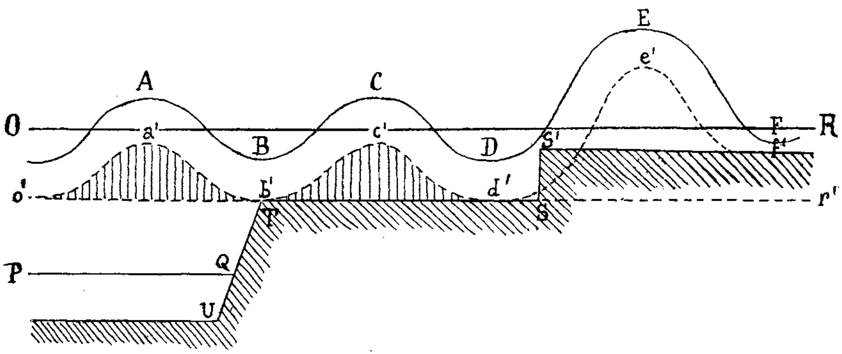


FIG. 1

Les mesures que l'on a faites directement ont donné une pression moyenne de 3,000 kilogrammes par mètre carré, mais on a observé aussi, d'après Stewenson, un coup de mer de 16,732 kilogrammes par mètre carré et un autre de 30,415 kilogrammes à l'île de Serryvor.

Toutefois l'agent le plus formidable qui se soit manifesté dans les mers est ce qu'on appelle les flots de fond.

Voici, d'après M. Boudin, comment on peut en concevoir la formation. (Voir fig. 1, ci-dessus.)

Les flots de fond ont été imaginés par le colonel Emy, qui prétend expliquer par cette cause l'action de la mer sur ses rivages.

Soit OR le niveau des mers au repos; ABC la coupe d'un système d'ondulations marchant de O vers R; TS un exhaussement horizontal du fond placé au-dessus de la limite PQ inférieure de l'agitation de la mer et présentant du côté du large un accore vertical TU.

Si l'ondulation réduite *a'b'c'* est tangente à cet exhaussement, toutes les molécules placées au-dessus du niveau *o'r'* auront assez d'espace pour décrire leurs orbites, mais les molécules, inférieures à ce niveau, ne trouvant plus la profondeur nécessaire à l'accomplissement de leur révolution, ne participent point au mouvement général d'ondulation et forment sous chaque flot de la masse supérieure des bourrelets horizontaux ayant pour sections les espèces de segments *b c' d'*, *d e f'* appuyés sur le fond TS.

Chacun de ces bourrelets sera obligé de fuir, sans changer de forme, dans la direction du mouvement ondulatoire et en obéissant à la pression de toutes les molécules descendant les flancs *b' c'*, *d' e'*, et en occupant les espaces que leur livrent, en s'élevant, les autres molécules placées sur les flancs *c' d'*, *e' f'*; un nouveau bourrelet se formera évidemment chaque fois qu'une nouvelle onde propagée du large passera l'accore TU. Tous ces bourrelets, qui se meuvent dans le même sens et avec la même vitesse que les ondes supérieures, sont ce que le colonel Émy a appelé les flots de fond.

Chacun peut voir avec quelle rapidité les ondes se déplacent à la surface des mers : qu'on se représente donc la vitesse de ces bourrelets ne pouvant changer de forme ni de volume et venant frapper brusquement une paroi verticale SS', que l'on calcule la force vive, c'est-à-dire la masse de l'eau multipliée par le carré de la vitesse, et l'on pourra trouver une énergie capable de produire les effets que l'on constate.

L'existence des flots de fond a été niée par M. Virla et mise en doute par d'autres ingénieurs; ces discussions sont plutôt théoriques et se rapportent davantage à la question du mouvement orbitaire de l'eau qu'à son action sur le rivage.

Les effets produits sur les plages sont en tout cas les mêmes que si les flots de fond existaient, et c'est à une cause de ce genre qu'il faut attribuer le broyage et l'usure des particules de sable dans leur perpétuel mouvement.

Mais la conclusion la plus singulière à laquelle nous arrivons, c'est que les couches successives qui se forment au sein des mers ne peuvent jamais être horizontales et doivent toujours présenter des ondulations très sensibles.

Faisons en effet une coupe à travers la masse des bancs de sable, depuis Nieuport jusqu'au Westhinder : nous trouvons la forme ci-après, où je note les profondeurs (voir fig. 2). On voit qu'il y a des dénivellations considérables, de sorte que si, par suite d'un phénomène soudain, toute cette partie se trouvait tout à coup émergée, on ne manquerait pas de conclure, ainsi que cela se fait d'habitude, à des ravinements, des ondulations, des dénudations, etc., alors qu'il n'y a rien de tout cela, mais tout simplement l'effet des courants.

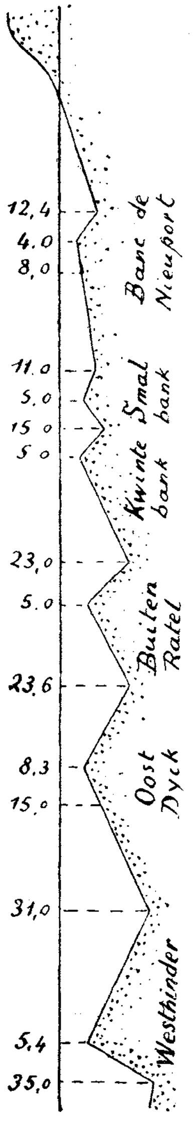


Fig. 2.

Ce sont, en effet, les courants seuls qui ont créé ces bancs et qui les changent encore de forme tous les jours, en les déplaçant de mille façons, mais avec ce résultat final que les particules sont toujours entraînées vers l'est.

Nous voyons donc que le dépôt des particules sableuses se fait suivant des surfaces inclinées dans diverses directions, mais que les grandes surfaces horizontales sont rares.

Je vais montrer maintenant qu'il doit toujours en être ainsi.

En effet, on sait que les dépôts se font d'une manière très générale dans les parties peu profondes de la mer et que, dans les abîmes de l'Océan, on ne trouve guère d'accumulations sédimentaires.

Si donc la plupart des terrains se forment dans les parties peu profondes de la mer, c'est qu'on se trouve dans le voisinage de terres déjà émergées, donc de côtes.

Or, du moment qu'il y a des côtes et des marées, il y a forcément des courants de marée et, dès lors, des bancs nombreux et variables. Du reste, s'il n'y a pas de courants de marée, on ne peut concevoir la formation de dépôts, hormis les apports fluviaux.

En effet, l'eau est alors dans un état de calme parfait, pour peu que l'on descende à quelques mètres au-dessous de la surface; pour former des dépôts, il faut qu'il y ait d'abord des corps en suspension dans l'eau. Or, on cherche vainement la cause qui pourrait maintenir des particules, plus denses que l'eau, en suspension dans un milieu parfaitement calme.

Donc, pour qu'il y ait des dépositions possibles, il faut de l'eau en mouvement, et, dès que l'eau est en mouvement, la déposition par couches parfaitement horizontales n'est plus possible.

Si donc le fond de la mer du Nord était émergé par une cause quelconque, un banc déterminé, le Buiten Ratel, par exemple, formerait une ligne de collines de 18 mètres de hauteur qui aurait ses versants modelés tous deux par les courants sans intervention d'aucune autre influence.

Il faut déjà aller loin dans le pays en partant d'Ostende pour trouver des collines de proportions plus considérables que les collines sous-marines de la mer du Nord, et l'on ne voit pas pourquoi une explication semblable ne pourrait être donnée pour la forme d'une partie de ces monticules.

Quant à la disposition des diverses couches dans un banc de sable, on peut se rendre compte de ce qui se passe par l'examen de certains hauts fonds de la mer émergeant à marée basse.

Près de la côte hollandaise notamment, il y a des bancs qui dépassent de plusieurs mètres ce niveau et qui présentent la forme indiquée sur le croquis ci-dessous.

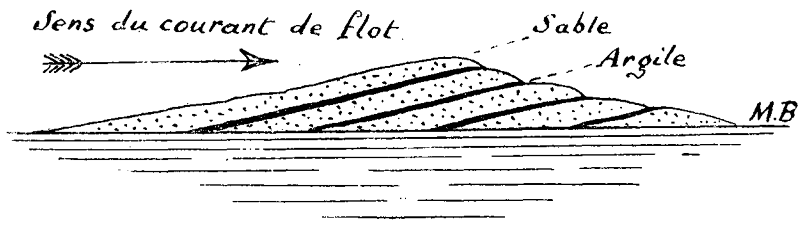


Fig 3

Certains bancs, que l'on a vu se former depuis peu d'années, présentent cette forme : des couches de sable alternant avec des limés d'argile provenant des vases charriées pendant l'hiver par les fleuves (voir fig. 3).

Toutes ces couches sont inclinées vers le large, le courant de flot faisant remonter les particules sableuses sur la surface oblique du banc.

A l'intérieur du banc, là où le versant est plus accore, il y a tantôt la forme indiquée ci-dessus (fig. 3) quand le régime de jusant est persistant et nettement accusé; tantôt la forme suivante (voir fig. 4) lorsque le régime de flot l'emporte sur l'autre.

La chose s'explique aisément : dans le premier cas, le banc empiète

sur la zone de jusant pendant l'hiver et, étant chargé de vases et de sables, il les dépose sur le chemin des courants de jusant. Aussitôt ces apports terminés, après l'hiver, le jusant reprend son œuvre de corrosion et ramène les bancs à leur forme primitive en rongeant toute la partie qui empiète.

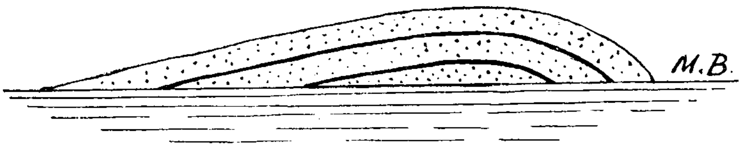


Fig 4.

Au contraire, dans le second cas, les vases de l'hiver se déposent par-dessus les sables accumulés pendant l'été et deviennent ainsi un élément de fixation du banc que rien n'enlève plus. On peut voir des bancs semblables sur la côte de Zélande, présentant tantôt l'une, tantôt l'autre forme (voir fig. 4).

Les formes, ravinées, ondulées ou dénudées, ne dépendent donc pas nécessairement des eaux pluviales et torrentielles, mais peuvent aussi être créées dans le milieu même des eaux où s'est formé le terrain.

§ 5. — Les dunes.

Les dunes du littoral belge se présentent en trois masses bien distinctes. La première s'étend de la frontière française jusque Nieuport; la seconde d'Ostende à Wenduyne; la troisième de Knocke à la frontière hollandaise.

Ces trois massifs sont isolés et ne sont reliés que par de faibles cordons littoraux. Lorsqu'on veut détailler cet ensemble et qu'à cet effet on parcourt les dunes, l'œil n'aperçoit dans le chaos de monticules de sable qui se succèdent irrégulièrement, aucune loi apparente de disposition. Cependant, en examinant la chose de plus près, sur une carte à l'échelle du 40000e, par exemple, on remarque bientôt qu'il y a une règle commune qui préside à la formation des dunes, non pas tant peut-être à l'aide de la forme des dunes elles-mêmes qu'à cause de la disposition des pannes comprises entre ces dunes.

Partant de la frontière française, on rencontre aussitôt le village de

La Panne, situé dans un vallon orienté est-$^1/_2$-sud. Ce vallon est limité vers le nord par une rangée de dunes derrière laquelle se trouve une seconde panne orientée exactement comme la première et de largeur à peu près constante. La même chose se reproduit encore plusieurs fois, les rangées de dunes se détachant du bourrelet littoral et prenant une direction oblique par rapport à la côte, savoir est-ouest.

Sans doute, la forme n'est pas toujours aussi nettement indiquée partout; cependant nous la retrouvons dans la ligne de dunes qui aboutit à proximité du village d'Oostduinkerke; dans celle qui suit le chemin de fer vicinal de Groenendyk vers Nieuport; dans le massif aboutissant près de Westende.

Plus loin vers l'est, les massifs de dunes sont trop peu étendus pour que les lignes aient pu s'y accuser clairement; aussi jusque Ostende ne trouvons-nous qu'un bourrelet littoral.

Au delà d'Ostende et continuant toujours vers l'est, les lignes sont très nettement indiquées. Nous en trouvons une première qui se détache en travers de Breedene; une seconde qui borne au sud les plantations Van de Walle; une troisième qui limite au nord les mêmes plantations; une quatrième à l'aubette du Coq; une cinquième et une sixième devant Nieuwmunster.

De nouveau, de Wenduyne à Heyst, les dunes sont trop étroites pour que des rameaux puissent se détacher du bourrelet littoral. Mais au delà de cette dernière localité, non seulement les dunes indiquent elles-mêmes leur formation, mais encore nous possédons une donnée artificielle : la digue du Comte-Jean, qui se détache à Heyst de la côte actuelle et se dirige droit vers le village de Knocke et laisse même le polder du Prince en dehors de son alignement.

En dehors de la digue du Comte-Jean se trouve le Brabandsche Pan, limité au nord par un important massif de dunes se terminant au Blinkaard; au delà, une deuxième panne appelée «Het Zoute», orientée aussi est-ouest, limitée également vers le nord par une ligne de dunes, et au delà une troisième série encore en voie de formation et qui forme aussi un angle sensible avec la direction générale de la côte.

On voit donc que la loi de formation des dunes quant à leur orientation est vérifiée sur toute la longueur de la côte belge et de la côte française, depuis Dunkerque jusqu'aux bouches de l'Escaut.

Quant à la forme des dunes en elle-même, elle est évidemment excessivement variable. Nous trouvons dans plusieurs traités de Géologie, et notamment dans celui d'Albert de Selle, professeur à

l'École centrale de Paris, des opinions qu'il ne nous est pas possible de partager, parce qu'elles sont trop absolues :

« Le bourrelet émergé est à la longue façonné d'un monticule d'une » déclivité très faible du côté d'où souffle le vent et très raide du côté » opposé. L'angle à l'horizon de cette seconde face ira toujours » en augmentant jusqu'à ce qu'il soit assez grand pour atteindre le » talus naturel d'éboulement. A partir de ce moment, la section » verticale de la dune n'est plus modifiée. Le vent continuant à souffler » entraîne le sable de la paroi doucement inclinée et le repousse » jusqu'au sommet de la dune. Parvenues à la ligne de faîte, les parti- » cules glissent sur le talus opposé et viennent pour ainsi dire le » revêtir d'une nouvelle enveloppe; on voit dès lors qu'une couche » sableuse empruntée à une paroi vient s'appliquer sur l'autre, et » la répétition permanente du phénomène, au moins quand souffle le » vent, amène le déplacement de la dune sans altérer le profil. »

Cette description s'applique fort bien aux dunes de la France et partiellement à celles de la Hollande, parce qu'il s'agit là de territoires présentant une côte à peu près perpendiculaire à la direction des vents dominants, et dans ces conditions les dunes présentent bien une déclivité douce vers le large et raide vers la terre.

Au contraire, sur nos côtes, la déclivité tournée vers la mer est toujours forte, bien que le vent souffle le plus fréquemment de ce côté. Nous connaissons des dunes mesurant 11 mètres de hauteur, dont la distance horizontale entre le pied et le sommet n'est que de 15 mètres. Sur toute la côte située entre Nieuport et Ostende, les dunes sont tellement raides qu'il est impossible d'en faire l'ascension sans s'aider des mains, et, au contraire, vers l'intérieur des terres, là surtout où les dunes sont larges, on rencontre une série de vallonnements qui se terminent à la limite des champs cultivés par une bordure très élevée mais ne présentant pas la continuité de la ligne des dunes vers la mer.

Cette dernière rangée est presque ininterrompue, et les quelques passages qui y existent sont, sinon entièrement artificiels, du moins élargis et augmentés par la main de l'homme. Vers la terre cultivée, on rencontre une série de monticules disposés sans ordre apparent et formant une chaîne fréquemment interrompue et extrêmement tortueuse.

La hauteur du bourrelet littoral au-dessus du niveau de marée basse est d'environ 13 mètres; les rameaux qui se détachent vers l'intérieur n'ont pas une altitude aussi élevée. Les plus occidentaux n'ont que

8 à 10 mètres, et les espaces compris entre les collines n'ont que 5 à 6 mètres d'altitude.

Ce n'est que vers la limite intérieure des dunes que leur hauteur devient beaucoup plus considérable et atteint 17, 20 et 26 mètres même, au Hoogen Blikker de Coxyde.

A partir de Nieuport, la hauteur des dunes, très grande à l'est du chenal de ce port, diminue constamment. Les sommets les plus élevés, non loin du phare de Nieuport, ont 22 mètres de hauteur. Cette cote descend progressivement à 18^{m},50 à Lombartzyde, 14^{m},10 à Westende, 10 mètres au Crocodile. Plus loin, les dunes ne forment plus qu'un bourrelet littoral dont la hauteur moyenne est de 13 mètres, sauf par-ci par-là un monticule un peu plus élevé.

A l'est d'Ostende, le bourrelet littoral continue dans les mêmes conditions jusque Wenduyne, mais les parties intérieures ont une hauteur beaucoup plus faible (7 à 8 mètres) et les points saillants plus élevés sont beaucoup plus rares. Au delà de Wenduyne jusque Heyst, le volume des sables est faible, mais, dans les larges dunes de Knocke, on retrouve de nouveau des hauteurs de 24 à 27 mètres et des pannes de 10 à 12 mètres d'altitude.

Résumant les données ci-dessus et cubant le volume des sables, on trouve les quantités suivantes :

	Mètres cubes.
De la frontière française à Nieuport	316,800,000
De Nieuport à Middelkerke	83,200,000
De Middelkerke à Ostende	7,720,000
D'Ostende à Wenduyne.	78,700,000
De Wenduyne à Heyst	6,370,000
De Heyst au Zwyn	104,700,000
Total.	597,490,000

soit, en chiffre rond, 600,000,000 de mètres cubes, dont plus de la moitié à l'ouest du chenal de Nieuport.

Les éléments qui composent les dunes sont uniformes sur toute la longueur de la côte : c'est toujours le même sable, blanc quand il est sec, jaunâtre quand il est humide, à arêtes vives et aiguës, qu'on retrouve aussi bien dans les bourrelets littoraux que dans les pannes et dans les parties les plus rentrées et les plus élevées des monticules intérieurs.

Peut-être certaines personnes penseront-elles qu'il ne convient pas de compter comme dunes proprement dites la partie qui se trouve au-dessous du niveau de marée haute ordinaire. Dans ce cas, on devrait réduire le chiffre total indiqué plus haut et le ramener à 400,000,000 de mètres cubes.

* * *

On peut être surpris de voir que sur une côte aussi unie et aussi rectiligne que celle de la Belgique, on rencontre trois massifs isolés de dunes séparés par des intervalles où elles sont excessivement amaigries et où même elles disparaîtraient si l'homme, par ses travaux, n'en protégeait le pied.

Les causes de ces amaigrissements sont de natures diverses : la première rentrée que l'on rencontre en venant de la frontière française est située près de Nieuport et de Lombartzyde. Les dunes se réduisent brusquement et il s'est formé une vaste panne.

Cela est dû à ce que l'Yser n'a pas toujours eu le cours actuel entre la ville de Nieuport et la mer : le chenal que nous voyons aujourd'hui ne date que du XIIe siècle et la panne de Lombartzyde n'est autre chose que l'ancien cours de la rivière comblé par suite d'inondations, d'apports de vases et de sables. Ce n'est qu'à la suite de cet envasement que le chenal actuel prit de l'importance et ses dimensions, aujourd'hui assez réduites, étaient dues à la vaste zone d'inondations qui s'étendait jusqu'aux Moeres de Furnes et qui se prolongeait du côté est par la crique de Nieuwendamme.

Toute cette région était occupée, il y a neuf siècles, par la mer, et les dunes n'ont pas eu le loisir de se former encore, soit que le délai n'ait pas été assez long, soit que l'homme ait arrêté la propagation vers la terre des monticules de sable, soit enfin, ainsi que nous le verrons plus loin, que les circonstances maritimes ne se soient pas prêtées à un transport de sable assez abondant.

Près d'Ostende, le démaigrissement situé à l'ouest de la ville vers Mariakerke et même vers Raversyde est dû entièrement à des circonstances politiques.

Avant 1445, il n'y avait pas de port ni de chenal à Ostende : les barques des pêcheurs s'échouaient sur la plage comme cela se fait encore à Coxyde, à La Panne et à Heyst. Les cartes datant de cette époque renseignent des dunes extrêmement larges, s'étendant bien plus loin que la vieille ville : on se trouvait donc à cette époque dans des

conditions analogues à celles que l'on rencontre aujourd'hui à Breedene et au Coq.

En 1445, le duc de Bourgogne, Philippe le Bon, permit aux Ostendais de creuser un havre au travers de la dune à l'ouest de la ville actuelle, donc à l'emplacement où se trouve le kursaal de nos jours. Ce havre laissait se produire le libre jeu de la marée sur les terres basses avoisinantes. Ce jeu était très puissant : le havre s'agrandit naturellement et toute la vieille ville fut menacée par les érosions. Chaque année on était obligé d'abattre des maisons se trouvant près de la mer parce qu'elles menaçaient ruine et, en 1502, la ville courut les plus grands dangers parce que — disent les chroniques — les dunes et les digues cédaient continuellement à l'action des vagues et des marées.

Mais la cause qui avait amené le danger devait aussi le faire disparaître. Les matières enlevées par le courant aux dunes littorales se déposaient sur les terres basses avoisinantes et, en 1517, le chenal se trouvait obstrué : on construisit une écluse à l'extrémité du chenal afin de retenir les eaux à marée haute et de les laisser échapper à marée basse pour former ainsi des courants propres à déblayer le chenal.

Au bout de quelques années, le résultat fut satisfaisant et, en 1530, on barra l'écluse. Toutefois, en 1534, on dut la rouvrir, le port étant complètement envasé : il n'avait donc fallu que quatre ans pour perdre tout ce qu'on avait gagné en treize années.

Ostende ayant embrassé le parti des Provinces-Unies à la fin du XVIe siècle, on la fortifia et les dunes furent rasées aux environs de la ville. De vastes inondations se produisirent périodiquement, surtout du côté de l'ouest.

Pendant le siège de 1601 à 1603, les Espagnols établissent des batteries qui commandent le vieux port; mais les Hollandais percent le port actuel, et c'est de cette époque que date le délavement de toutes les dunes sur une distance de 3 à 4 kilomètres à l'ouest et sur plus de 1 kilomètre à l'est de la ville.

Voici quelques chiffres qui permettront de juger des effets produits par le jeu des marées : lors du siège, on atteignit 3 pieds d'eau à l'intérieur du port sur la barre et 28 pieds à l'intérieur. Cette situation se prolongeant, on commença à avoir des inquiétudes pour la ville et, en 1644, on entreprit des endiguements pour fermer le polder de Zandvoorde. En 1662, on n'avait plus que 2 à 3 pieds d'eau sur la barre et

4 pieds tout au plus à l'intérieur. Le port était presque complètement envasé lorsqu'en 1684 on rouvrit le polder, et, en peu de temps, il y avait 5 pieds (1^m,40) à l'extérieur sur la barre, 30 pieds (8^m,25) à l'intérieur et 40 à 50 pieds (11 mètres à 13^m,75) dans le chenal.

Ces profondeurs allaient toujours en croissant et l'on commençait, de nouveau, à avoir des craintes sérieuses pour la conservation de la ville. Aussi, en 1690, on réendigua le polder de Zandvoorde, et aussitôt le port commença à se réenvaser. En 1721, on ouvrit le polder de Steene et le Camerlinckx Ambacht et, en quelques mois, on eut de nouveau les profondeurs atteintes au siècle précédent.

Mais ces courants n'avaient pas été sans recouvrir de dépôts de toute nature toutes les terres des polders ouverts; et, en 1790, les sables et les vases s'étaient amoncelés à tel point sur toute l'étendue des polders avoisinant Ostende, qu'ils s'étaient remblayés jusqu'au niveau de marée haute ordinaire. Aussi, en 1790, dut-on renoncer définitivement aux chasses naturelles et construire un bassin de chasse qui mit fin à l'apport de matériaux solides sur les terres basses.

C'est à la suite de ces inondations périodiques dont les eaux se frayaient un passage, non seulement par Ostende mais par Raversyde et Middelkerke, que les dunes situées entre cette dernière localité et Ostende ont été aussi fortement démaigries. Il est donc fort probable que sans les circonstances artificielles qui ont déterminé le délavement intérieur des dunes, leur épaisseur eût été en diminuant lentement depuis la frontière française jusque Wenduyne.

Au contraire, dans la partie située à l'est de Wenduyne, il n'y a jamais eu beaucoup de dunes, et il n'y en a pour ainsi dire pas encore jusque Heyst. Celles qui se trouvent au delà vers Knocke sont beaucoup plus récentes comme formation que celles qui se trouvent du côté de La Panne.

En effet, remarquons que, sur toute la lisière intérieure, il se trouve un ouvrage d'art : la digue du Comte-Jean.

Il est élémentaire qu'on ne se serait jamais imposé la dépense de faire une digue à Knocke s'il y avait eu là comme aujourd'hui un rempart de dunes de 2,000 mètres d'épaisseur. Il faut donc en conclure que c'est depuis l'achèvement de cette digue (en 1400), c'est-à-dire depuis cinq cents ans environ, que les 104,000,000 de mètres cubes de sable se sont entassés dans le triangle formé par la digue du Comte-Jean, le Zwyn et la laisse de basse mer. Cette donnée nous conduit à admettre un dépôt annuel de 210,000 mètres cubes.

Cette quantité énoncée ainsi paraît énorme, mais elle est encore bien modeste à côté de celle qui est connue pour les landes de Gascogne, où la mer rejette annuellement six millons de mètres cubes de sable.

Le chiffre annuel de 210,000 mètres cubes est un minimum, car il suppose qu'aussitôt que la digue du Comte-Jean a été élevée, les ensablements ont commencé. Si, au contraire, les matériaux solides n'ont commencé à s'accumuler que plus tard, il y a lieu de majorer ce chiffre. Toutefois, étant données les indications qui sont connues au sujet de l'envasement du Zwyn, on peut admettre que c'est peu après la construction de la digue que les atterrissements ont commencé à se produire.

Il nous reste finalement à indiquer la cause de démaigrissement de la dune depuis Wenduyne jusqu'à Heyst.

Tout d'abord, ce point a été faible depuis les inondations qui se sont produites anciennement et dont on a gardé le souvenir : c'est entre Blankenberghe et Heyst que se trouvait le territoire de Scharphout englouti par la mer. Actuellement encore, les rivages sont continuellement corrodés par l'action de la mer. Il faut rechercher l'origine de cette situation dans la configuration des bancs sous-marins.

Si l'on se reporte à la carte de la mer du Nord que la Société a fait publier en 1897, on voit que toute l'étendue de la côte belge est protégée contre les actions de la mer par un système de bancs séparés par des passes profondes. Une seule zone ne possède pas cette protection : c'est celle qui est comprise entre Wenduyne et Heyst.

Au large de la première de ces deux localités se trouve le banc de Wenduyne et l'extrémité orientale du Stroombank; au large de la seconde se trouvent les bancs de Schooneveld et du Binnen Paardemarkt.

Entre ces deux séries de bancs, le fond de la mer remonte lentement et régulièrement, depuis la profondeur de 28 mètres jusqu'à la plage : les vagues qui se produisent au large viennent donc sans se briser jusqu'à la côte, conservent jusque-là leurs effets destructeurs et, grâce à cette circonstance, ont assez de force pour démaigrir la plage par l'effet des flots de fond et des lames en retour.

Le sable qui devrait former les dunes se trouve ainsi constamment ramené en mer par les lames en retour et forme la terrasse du Zand.

En résumé donc, les causes de la forme en plan des dunes sont de trois natures :

1° La cause naturelle, éolienne, qui est la seule créatrice des dunes.

Si cette cause avait été unique, il est probable que les dunes auraient présenté une forme et une largeur assez régulière tout le long de la côte.

2° La cause maritime, consistant en érosions par les lames aux points les plus exposés.

3° Les causes plus ou moins artificielles, résultant d'inondations délavant les parties de dunes déjà formées.

§ 6. — Relations entre les bancs et les dunes.

On arrête aujourd'hui autant que possible le développement des dunes du côté de la terre au moyen de plantations de sapins et surtout d'oyats. On réussit généralement, mais il n'en a pas toujours été ainsi.

Par exemple, au XVe siècle, les dunes se sont tout à coup développées d'une façon considérable; nous avons pu nous procurer des données très exactes à ce sujet à l'aide d'un manuscrit intitulé : « Cartulaires du Franc de Bruges », et dont nous traduisons ici quelques extraits :

« Entre l'écluse Reynaertsvliet et Camerlinck, dans la wateringue de Volkaartsgote, à l'est de Sainte-Catherine-ten-Knocke, les dunes ont envahi 8 mesures (1) plus un petit village voisin appelé : Veyfhuizen, à l'exception de deux maisonnettes.

» A l'ouest, jusqu'à la wateringue de Reynaertsvliet, 100 mesures ont été envahies là où se trouvait le village de Staartdam, habité par des marins pêcheurs.

» Dans la panne située entre Reynaertsvliet et Heyst, le sable a envahi 80 mesures; entre Heyst et Blankenberghe, dans le Lisseweghe-Ambacht, 200 mesures; entre Blankenberghe et Wenduyne, 80 mesures, et un grand village appelé : Arendyck est presque abandonné.

» Le Zydelinge, long d'un mille et demi, est envahi par les dunes. Le monticule Kollinstand, à Vlisseghem, s'élargit toutes les semaines de 15 mesures.

» Depuis Wenduyne jusque Ostende, on a perdu 300 mesures et au total 2,938 mesures ont été envahies. »

(1) La mesure dont il s'agit (et qu'il ne faut pas confondre avec le « gemet » de 44 ares) valait environ 12 ares.

Cet envahissement des sables fut, on le voit, très rapide. Il est intéressant de rechercher comment et pourquoi il s'est arrêté, ou du moins pourquoi il a beaucoup diminué d'importance.

Ces modifications dans le régime sont intimement liées à la formation du Hont, ou Escaut occidental.

On sait que le Hont était un bras assez secondaire de l'Escaut et que jusqu'au Xe et au XIe siècle il ne présentait que des dimensions étroites. Ce sont surtout les inondations de 1164, 1334, 1337 et 1421 qui lui donnèrent de l'importance, et en 1500 il était déjà la passe principale.

Ces modifications et les affouillements considérables qui devaient en résulter n'étaient pas, sans doute, sans mettre en mouvement des quantités importantes d'alluvions, et ces alluvions étaient entraînées par les courants de l'Escaut nouvellement formé jusqu'à ce qu'elles rencontrassent la zone où il y avait gain de flot. Cette zone se trouve précisément entre Blankenberghe et Heyst, et la limite orientale actuelle en est représentée par le trait *zzz* (pl. XVII). Les particules sableuses entraînées par l'Escaut étaient donc refoulées en mer et de là transportées sur les plages, d'où elles formaient les dunes de Nieuwmunster et de Vlisseghem, et plus tard celles de Knocke.

C'est aussi à cette circonstance que l'on doit la fermeture du Zwyn, parce que les courants de ce bras étaient plus faibles, vu sa superficie réduite, que ceux du Hont.

Tout ceci ne semble donc pas en contradiction avec ce que nous avons dit plus haut au sujet des érosions de la plage de Blankenberghe. Au temps dont nous nous occupons, il y avait des bancs de sable nombreux et puissants; au large de la côte de Blankenberghe, il y avait une passe appelée « binnen 't Sandt », puis un banc appelé « 't Sandt », dont la dénomination s'est conservée jusqu'à nos jours pour la terrasse sous-marine devant Heyst.

Plus loin, il y avait le Fransche Pol et l'Innerbank, où il n'y avait que $2^{m},50$ d'eau. Plus au large encore l'Engelsche Pol et son prolongement le Ript-Sand, dont le souvenir s'est complètement perdu et dont le nom n'existe même plus; puis venaient le Smalle bank, le Witte bank et l'Oosteren bank.

Tous ces bancs étaient parallèles à la côte et nous sont conservés dans les travaux de Guillaume Blaeuw (*Zeespiegel*, publié en 1623, à Amsterdam), dans ceux de Waghenaar (*Threzoor der Seevaardij*, publié en 1584) et dans un ouvrage intitulé : *Illuminant flambeau de la mer*, qui n'est que la traduction de celui de Blaeuw.

Il est même facile de retrouver la position exacte des bancs, parce que les auteurs, dans leurs indications, ont inscrit, par exemple, qu'en mettant tel moulin dans l'alignement de tel clocher on se trouve au nord d'un des bancs ou au sud de l'autre à une distance de....., et la plupart des amers existent encore.

C'est grâce à ces bancs que les dunes ont pu se développer aussi rapidement à une époque déterminée; mais ces bancs, dont la forme n'était plus en harmonie avec l'orientation des courants, n'ont pas tardé à subir des modifications aussi nombreuses qu'importantes.

Tous ces sables, qui autrefois s'étageaient en longs écueils parallèles, se sont déplacés et sont venus s'entasser dans le coin compris entre la côte belge et l'île de Walcheren. Toutes les passes qui existaient autrefois se sont confondues avec les bancs, et aujourd'hui il n'y a plus qu'une terrasse unique à peine ondulée.

C'est ce qui explique que les travaux de l'homme, qui a tenté d'arrêter les dunes, aient été couronnés de succès depuis le commencement du XVIIe siècle, car l'apport de sable sur la côte est devenu moins grand ou plutôt l'affaissement et la régularisation des bancs favorisa le dépôt des sables en mer, plus que sur la côte, à cause de la violence des vagues en retour.

En résumé donc, avant l'ouverture en grand de l'Escaut occidental, les dunes pouvaient se développer aussi facilement entre Wenduyne et Blankenberghe qu'ailleurs; la modification du régime de l'Estuaire a, pour un temps, délavé toutes les dunes, et c'est ce qui explique les inondations considérables du XIIe au XVIe siècle. En même temps, la terrasse sous-marine, au lieu de se composer comme partout ailleurs de bancs et de passes, se transforme en un vaste plateau sensiblement horizontal.

Du XVIe siècle à nos jours, l'ensablement a recommencé, d'abord dans le Zwyn, et, maintenant que celui-ci est comblé en entier, dans les régions plus occidentales.

Certaines personnes seront peut-être disposées à contester que les dunes de Blankenberghe se refont constamment; que les matériaux sont enlevés uniquement par les vagues, et que ces matériaux se déposent devant les dunes pour exhausser les terrasses sous-marines.

Pour détruire ces doutes, nous donnons ici un extrait d'un mémoire dressé par la direction de Wateringues de Bruges, en date du 13 janvier 1788.

« On ne déguise pas que la mer, extraordinairement élevée et gonflée

» en date du 25 janvier dernier, ait emporté la moitié de quelques-unes
» de ces dunes et les ait affaissées à la hauteur de cinq à dix pieds;
» *ce spectacle ne présente cependant rien de nouveau*, c'est ce qui arrive
» de temps à autre. En 1767, le 2 janvier, la tempête emporta ces
» dunes en plusieurs endroits jusqu'à laisser entrevoir la digue de
» précaution; une de ces dunes fut même creusée au-dessous du
» niveau de la grève par une chaloupe qui fut jetée de son ancre sur
» le sec entre les dunes et la digue de précaution.

» Les ouragans de 1772 et de 1779 causèrent des dégâts à ces mêmes
» dunes, presque pareils à ceux de l'année 1767; la digue de précau-
» tion a toujours rassuré contre le danger, puis *la nature et quelques*
» *faibles moyens de l'art les ont réparées plus ou moins lentement suivant*
» *que les vents ont été plus ou moins propices.* »

La démonstration faite, il y a un siècle, continue à se vérifier tous les jours. Mais il est bien certain, comme le dit le directeur de la Wateringue, que si le vent amène le sable, la vague l'enlève.

Or, où peuvent aller les sables enlevés par la mer?

Pas à l'ouest certainement, puisqu'à Wenduyne il y a gain de flot, c'est-à-dire que les alluvions se déplacent vers l'est; pas à l'est non plus, puisque les matières sorties de l'Escaut sont refoulées en mer; pas dans le Wielingen non plus, puisque ce chenal ne s'ensable pas; ils s'accumulent donc sur le Zand et en relèvent lentement, mais continuellement le fond.

Nous voyons par la digue du Comte-Jean que l'accroissement des dunes proprement dites est fort lent, puisque depuis cinq cents ans on a à peine gagné quelques dizaines de mètres de terre ferme au delà de la digue sur la plus grande partie de sa longueur. Ce qui est beaucoup plus important, c'est la formation des vastes terrasses du Zand et du Schooneveld.

La limite extérieure de ces atterrissements que l'on peut assez bien définir par la ligne de 10 mètres d'eau est actuellement parfaitement régulière et orientée par rapport aux courants principaux de la côte. Il n'y a donc plus aucun motif pour que sa figure en plan subisse encore des modifications générales. Tout ce qui pourra se produire, ce sont des modifications locales et temporaires, par suite de la soudure d'un banc, mobile encore, à la masse générale de l'ensablement.

Les sables étant continuellement amenés de l'est par la mer et de l'ouest par l'Escaut, il faut que la terrasse s'élève. Mais il est bien clair que le mouvement sera extrêmement lent, puisque la quantité

de sable remué est relativement faible et la surface du plateau fort grande.

Il nous reste finalement à voir quelle est l'influence actuelle de l'Escaut dans cette région.

Voici une représentation très claire de ces courants : nous nous plaçons aux deux bateaux-feux Wielingen et Wandelaar, et nous supposons qu'au moment où les courants correspondants des deux bateaux-feux sont parallèles, on lâche un flotteur à bord de chacun des deux bâtiments, et nous traçons la courbe décrite par chacun d'eux à la surface de la mer (voir pl. XVII). Nous avons construit ces courbes en nous servant de toutes les observations de courants prises de demi-heure en demi-heure et en portant, bout à bout, les longueurs qui représentent les chemins décrits en grandeur et en direction par chacun des mobiles. L'ensemble de ces éléments donne un polygone auquel nous avons circonscrit la courbe tracée.

Celle qui est décrite au Wandelaar est une sorte de spirale dont la partie se rapportant à la période la plus vive du jusant est dirigée suivant les lignes de niveau du Westpit et la partie se rapportant au flot se dirige vers l'ancienne passe du Spleet; mais le résultat final, obtenu au bout d'une marée, est un transport définitif de la particule liquide vers l'est-nord-est.

Ce transport est plus ou moins grand selon qu'il est effectué en mortes eaux ou en vives eaux; mais, et c'est là le fait essentiel, il est toujours vers l'est.

Dans le Wielingen, au contraire, la courbe est extrêmement aplatie, et les deux parties, jusant et flot, sont orientées dans des directions diamétralement opposées. Mais le caractère le plus important de cette courbe est le transport définitif vers l'ouest.

Cette constatation n'est pas le seul résultat qui peut se tirer de ces courbes. Remarquons que si nous prenons le point *a*, par exemple, qui se trouve repéré au même instant après le passage méridien de la lune, pour les deux courbes, il est figuré comme devant continuer sa route vers l'ouest-sud-ouest-$^1/_2$-ouest, tandis qu'en réalité il ne suit pas cette trajectoire : en effet, les courbes que l'on tracerait de cette façon en laissant partir des flotteurs de divers points situés entre le Wandelaar et le Wielingen auraient des formes intermédiaires entre ces deux courbes extrêmes.

Observons que toute altération à apporter à la courbe des Wielingen

aura pour effet de reporter davantage le point vers le sud; le point mobile de la courbe Wielingen se trouverait en *b* au moment de l'étale de jusant si ce point pouvait décrire isolément sa trajectoire; mais l'influence des courants du Wandelaar le porte sur le Zand. Voyons maintenant si le courant de flot peut le reprendre. Le courant initial de flot porte à terre au Wandelaar pendant un temps assez long; puis il se dirige pendant une période également assez longue parallèlement à celui du Wielingen qui, lui, se tourne immédiatement vers l'est-nord-est.

Si donc nous supposons la particule liquide immobile au-dessus du Zand à l'étale de jusant, on voit que l'effet du premier flot sera de l'approcher encore davantage de la côte tout en lui imprimant un certain déplacement vers l'est. Mais à mesure que ce déplacement vers l'est se produit, on remarque que le courant de flot qui, au Wandelaar même pouvait replacer la molécule considérée dans la passe des Wielingen, après l'en avoir déviée, perd de plus en plus cette propriété et qu'au fur et à mesure que le mouvement vers l'est s'accentue, il reste de moins en moins de chance de voir le transport vers les grands fonds s'opérer.

La courbe réelle d'une particule de la surface d'eau serait donc approximativement celle qui est tracée en pointillé sur la planche XVII.

Ces mouvements tournants, tout spéciaux à la côte de Heyst, peuvent seuls expliquer que la passe des Wielingen reste belle et même gagne en profondeur, tandis que les plateaux avoisinants s'ensablent de plus en plus. Ils expliquent aussi comment il se fait que le fond du Wielingen est sablonneux, alors que de part et d'autre sur les flancs de la passe il y a une large plaque de vase.

§ 7. — Conclusions.

Revenant maintenant à la carte lithologique de la mer du Nord, on voit qu'il n'y a que quelques parties de vases, d'ailleurs faciles à expliquer, qui tranchent sur le fond sableux de la mer.

Quant au sable lui-même, grâce aux classifications que nous avons faites, il y a des séparations entre les diverses zones d'échantillons, mais, comme nous l'avons dit, ces séparations sont un peu arbitraires.

Si l'on voulait représenter l'allure vraie des sables, il faudrait adopter une teinte unique décroissant à peu près uniformément vers l'est à mesure que le volume du sable diminue.

Et encore! Les bancs, en se déplaçant, charrient indifféremment le gros sable et le fin. Dans tel endroit où, il y a quelques années, on trouvait un sable de gros échantillon, on a actuellement du sable très fin, parfois même du sable vasard.

Ces changements empêcheront toujours de tracer une carte définitive de la lithologie du fond de cette mer; mais, néanmoins, de l'étude comparative à différentes époques il peut résulter des indications fort utiles et des conclusions peut-être assez peu soupçonnées.

Je souhaite donc qu'un de mes successeurs à la Marine reprenne la question des sables et réunisse non seulement les échantillons de sables et de coquilles, mais aussi les pierres, les algues, la faune de la mer du Nord, afin d'en faire une étude complète.

J'ai l'honneur de remettre à la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie, les deux cent quatre échantillons de sables que j'ai pu recueillir.

Ostende, le 14 juillet 1899.

Tableau-catalogue des échantillons de sables.

Nº d'ordre.	Série.	Lettre.	Longitude de Paris.	Latitude nord.	Profondeur.	Classement.	Situation hydrographique.	Description.
1	1	A	0°04′30″E	51°04′20″	16m00	15	Rade de Dunkerque à l'est du port .	Gros sable blanc à grains de quartz, particules calcaires jaunes, coquilles brisées, entières et toutes petites pierres.
2	1	B	0.04.45	51.04.40	18.50	10	Rade de Dunkerque à l'est du port .	Sable blanc à grains de quartz; particules calcaires jaunes; un peu de glauconie; coquilles; un peu de vase.
3	1	C	0.03.40	51.07.35	9.00	8	Sur le Breedt-Bank	Sable blanc à grains de quartz; particules calcaires et glauconie; les premières nombreuses.
4	1	D	0.01.45	51.12.15	11.50	18	Extrémité sud-ouest de l'Oost-Dyck .	Très gros sable à grains de quartz, mêlé à de nombreux débris de coquilles. Petites pierres (grès et calcaires).
5	1	E	0.01.20	51.14.00	34.00	12	Entre l'Oost-Dyck et le banc de Bergues.	Sable blanc à grains de quartz; nombreuses particules calcaires; petites pierres roulées; coquilles brisées.
6	1	F	0.04.50	51.16.50	30.00	16	Entre l'Oost-Dyck et le banc de Bergues.	Sable gris mélangé de grains de quartz opaque et particules jaunes; un peu de coquilles brisées. Petits galets calcaires; grès; silex.
7	1	G	0.04.40	51.20.40	30.00	16	Extrémité sud-ouest du Westhinder.	Terre noire. Galets calcareux; pierres calcaires (en grand nombre); grès; silex; une dent de requin.
8	1	H	0.01.00	51.20.40	35.00	12	A l'ouest de l'extrémité sud-ouest du Westhinder.	Sable blanc à grains de quartz transparent mélangés de points jaunes, rouges, de débris de coquilles et quelques petites pierres.
9	1	I	0.01.10	51.24.45	29.00	14	A l'intérieur du Fairy-Bank.	Très gros sable blanc avec nombreuses particules calcareuses; coquilles brisées; une perforée.
10	2	A	0.07.20	51.05.30	19.00	10	Extrémité sud-ouest de la passe de Zuydcote.	Sable moyen mêlé de vase; très nombreuses coquilles entières; débris d'algues. Quelques petites coquilles perforées.
11	2	B	0.09.10	51.07.40	10.50	12	Au nord de la passe de Zuydcote . .	Sable blanc à grains transparents, mêlé de nombreuses particules jaunes; quelques points de glauconie.
12	2	C	0.07.50	51.10.45	9.00	12	Extrémité nord du Breedt-Bank. . .	Assez gros sable blanc à grains transparents, mêlé de particules jaunes et noires; peu de débris de coquilles.
13	2	D	0.08.10	51.14.30	27.50	21	Entre le Buiten-Ratel et l'Oost-Dyck .	Nombreux galets, rougeâtres à l'extérieur, et coquilles brisées recouvertes du même enduit.
14	2	E	0.06.30	51.15.40	17.75	8	A l'intérieur de l'Oost-Dyck.	Sable blanc moyen à grains transparents de quartz, parsemés de points de calcaire et de glauconie.
15	2	F	0.08.40	51.19.40	28.00	15	Au large de l'Oost-Dyck	Sable blanc à grains de quartz, calcaire, mais peu de glauconie; beaucoup de débris de coquilles.
16	2	G	0.07.35	51.22.00	33.00	16	Près du bateau-feu Westhinder. . .	Peu de sable fin, quartzeux; beaucoup de pierres quartzeuses calcareuses; gravier; coquilles brisées.
17	3	A	0.11.10	51.05.30	6.00	7	Devant Ghyvelde	Sable très fin, gris; beaucoup de glauconie; coquilles peu nombreuses.
18	3	B	0.14.50	51.06.25	5.70	5	Devant La Panne	Sable très fin à grains quartzeux et mélangé d'une forte proportion de glauconie.
19	3	C	0.10.40	51.06.15	14.00	7	Dans le Potje.	Sable gris terne, mélangé de petites parties de vase; débris de coquilles et petites coquilles entières.
20	3	D	0.10.15	51.07.00	8.00	5	Dans la passe de Zuydcote	Sable très fin à aspect gris mélangé de grains de calcaire et de glauconie, ces derniers en majorité.
21	3	E	0.10.30	51.07.10	8.00	13	Dans la passe de Zuydcote	Sable à grains de quartz mélangé de débris de coquilles et assez bien de coquilles entières.
22	3	F	0.13.30	51.07.15	10.20	15	Sur le Traepegeer.	Mélange très grossier de sable quartzeux, petites pierres, coquilles et débris de coquilles.
23	3	G	0.12.10	51.10.40	3.00	12	Sur le Smal-Bank.	Mélange à parties égales de sable assez fin, blanc, à grains transparents et de sable jaune; nombreux débris de coquille.
24	3	H	0.12.45	51.12.20	15.20	8	Au large du Smal-Bank	Mélange de sable jaune, fin, avec une partie de sable blanc quartzeux et un peu de glauconie; peu de débris de coquilles.
25	3	I	0.10.30	51.13.20	12.50	8	A l'intérieur du Buiten-Ratel. . . .	Sable moyen à grains de quartz, mêlé d'une quantité considérable de sable jaune et de glauconie; pas de coquilles.
26	3	J	0.14.05	51.14.25	19.50	2	Au sud-ouest du Kwinte-Bank . . .	Argile grise mêlée de nombreuses coquilles brisées; quelques particules de sable mêlées à l'argile.

Tableau-catalogue des échantillons de sables (*suite*).

Nº d'ordre.	Série.	Lettre.	Longitude de Paris.	Latitude nord.	Profondeur.	Classement.	Situation hydrographique.	DESCRIPTION.
27	3	K	0°10′10″E	51°16′20″	10.00	16	Entre le Buiten-Ratel et l'Oost-Dyck	Sable blanc, quartzeux, mêlé d'une forte partie de sable jaune et de nombreux débris de gravier.
28	3	L	0.10.10	51.16.20	10.00	21	Entre le Buiten-Ratel et l'Oost-Dyck.	Débris d'une grosse pierre remontée en même temps que l'échantillon précédent.
29	3	M	0.14.45	51.22.35	31.00	13	A l'est du bateau-feu Westhinder	Sable à aspect jaune foncé par suite du grand nombre de particules de glauconie mêlées au sable quartzeux. Débris de coquilles.
30	3	N	0.13.00	51.23.05	31.00	11	A l'est du bateau-feu Westhinder	Même caractère que le précédent numéro, mais moins de débris de coquilles.
31	3	O	0.13.00	51.23.05	31.00	11	A l'est du bateau-feu Westhinder	Sable blanc à grains de quartz, mêlé de particules jaune pâle et jaune foncé. Dragué à peu près au même endroit que le nº 30.
32	3	P	0.13.10	51.25.40	25.00	8	Au nord-est du bateau-feu Westhinder.	Échantillon semblable au précédent.
33	3	Q	0.13.30	51.29.00	38.00	8	Entre le Westhinder et l'Oosthinder.	Sable blanc à grains de quartz, mêlé de peu de débris calcaires, mais assez nombreux points de glauconie.
34	3	R	0.14.00	51.34.30	18.00	12	Extrémité nord du Westhinder	Sable blanc à grains de quartz, mêlé d'un très grand nombre de débris de coquilles.
35	4	A	0.15.40	51.07.15	9.70	13	Devant La Panne	Mélange de sable et de vase (argile grise); nombreux débris de coquilles; aspect général sale.
36	4	B	0.16.25	51.07.40	7.20	13	A l'est de La Panne	Sable blanc à grains transparents, mêlé de très nombreux débris de coquilles, de petites pierres et de quelques coquilles entières.
37	4	C	0.17.45	51.08.20	8.00	5	A l'est de La Panne	Sable fin, blanc, à grains de quartz, pointillé de glauconie et de particules jaunes.
38	4	D	0.15.40	51.08.45	11.00	2	Dans le Westdiep	Vase grise (agglutinée par le séchage) parsemée de quelques coquilles.
39	4	E	0.17.20	51.09.45	15.75	4	Dans le Westdiep	Vase sableuse parsemée de coquilles.
40	4	F	0.18.20	51.10.20	18.00	4	Dans le Westdiep (sable tamisé)	Sable terne; nombreux points jaunes et noirs (glauconie); quelques particules blanches opaques.
41	4	F	0.18.20	51.10.20	18.00	4	Dans le Westdiep (résidu du tamisage).	Sable terne avec beaucoup de vase séchée et de coquillages brisés. Quelques coquilles entières.
42	4	G	0.17.25	51.11.05	8.00	8	Sur le banc de Nieuport	Sable moyen, blanc, à grains transparents, nombreux points jaunes et noirs; débris de coquilles.
43	4	H	0.15.10	51.11.10	8.20	8	Passe du nord	Sable moyen, blanc, à grains transparents, glauconie et particules calcaires. Couleur générale: pâle.
44	4	I	0.15.30	51.11.40	7.40	8	Sur le Smal-Bank	Sable blanc à grains transparents (quartz), mêlé de particules jaunes, rougeâtres, de points de glauconie.
45	4	J	0.18.35	51.13.20	13.00	5	Passe du nord	Sable extrêmement fin. Beaucoup plus de grains jaunes que de blancs transparents. Glauconie. Très petits débris de coquilles.
46	4	K	0.15.45	51.14.00	14.00	8	Extrémité sud du Kwinte-Bank	Sable moyen à grains de quartz, mêlé de glauconie et de nombreuses particules brun jaunâtre.
47	4	L	0.19.35	51.14.05	10.00	18	Sud-ouest du banc de Middelkerke.	Gros sable blanc à grains de quartz transparent, mêlé de coquilles brisées et de petites pierres.
48	4	M	0.15.30	51.15.10	13.00	12	Au large du Kwinte-Bank.	Sable blanc à grains transparents de grosseur très inégale; petits fragments de coquilles brisées.
49	4	N	0.15.10	51.15.50	28.70	12	Entre le Kwinte-Bank et le Buiten-Ratel.	Sable blanc à grains transparents, mêlé de points jaunes et de débris de coquilles.
50	4	O	0.19.10	51.16.20	15.75	8	Entre le Kwinte-Bank et le banc de Middelkerke.	Sable blanc à grains transparents fins, mêlé de glauconie et de particules jaunes; peu de débris de coquilles.
51	4	P	0.19.30	51.19.20	28.00	10	Au nord du Kwinte-Bank.	Sable blanc à grains transparents, mêlé d'un peu de vase; nombreuses coquilles et débris.
52	4	Q	0.18.30	51.22.30	30.00	12	A l'est du Westhinder	Gros sable blanc à grains de quartz pointillé de jaune; nombreux débris de coquilles et petites pierres.

Tableau-catalogue des échantillons de sables (*suite*).

Nº d'ordre.	Série.	Lettre.	Longitude de Paris.	Latitude nord.	Profondeur.	Classement.	Situation hydrographique.	Description.
53	4	R	0°17′10″E	51°31′30″	28m00	12	A l'est de l'Oosthinder	Gros sable, blanc, à grains transparents; petites pierres; peu de débris de coquilles.
54	5	A	0.22.30	51.09.35	5.00	1	Rade de Nieuport	Vase grise.
55	5	B	0.22.30	51.09.45	8.20	3	Rade de Nieuport	Vase grise mêlée d'un peu de sable.
56	5	C	0.21.30	51.10.25	10.50	4	Rade de Nieuport	Même vase grise mélangée d'un peu de sable et de quelques coquilles.
57	5	D	0.23.55	51.12.40	11.50	10	Passe du nord-est	Mélange en parties égales de sable blanc et jaune et de vase grise. Quelques coquilles et débris.
58	5	E	0.22.10	51.13.40	15.00	12	Au large du banc de Nieuport . . .	Sable jaune avec quelque peu de grains de quartz. Coquilles et débris de coquilles.
59	5	F	0.24.10	51.14.30	15.00	10	Entre le banc de Nieuport et le banc d'Ostende.	Sable jaune fin, terne, avec une forte proportion de vase. Débris de coquilles et coquilles.
60	5	G	0.24.00	51.15.30	14.75	11	Extrémité sud du banc d'Ostende . .	Sable gris terne, mêlé de nombreux points jaunes et de glauconie. Petites parties de vase.
61	5	H	0.20.50	51.16.10	20.00	7	Entre le Kwinte-Bank et le banc de Middelkerke.	Sable gris à aspect sale, mêlé de points blancs et jaunes. Petite quantité de coquilles.
62	5	I	0.22.40	51.16.30	14.20	12	Sur le banc de Middelkerke . . .	Sable blanc, assez fin, à grains transparents, mêlé de quelques particules de glauconie, aspect brillant; débris de coquilles.
63	5	J	0.22.30	51.18.30	24.00	10	Au large du banc de Middelkerke . .	Sable gris terne. mêlé d'un peu de vase; très petits galets; débris de coquilles et coquilles entières.
64	5	K	0.24.30	51.23.00	21.50	16	A l'est du Westhinder	Amas de coquilles entières et de débris de carapace; presque pas de sable.
65	5	L	0.24.15	51.25.40	23.50	11	Au sud du Bligh-Bank	Sable blanc à grains transparents, peu de points jaunes ou de débris de coquilles; aspect très brillant.
66	5	M	0.21.10	51.28.15	34.70	12	Au sud du Bligh-Bank	Sable gris terne, mêlé de nombreux débris de coquilles brisées, quelques-unes entières.
67	5	N	0.20.20	51.15.20	18.00	7	Entre le banc de Middelkerke et le Kwinte.	Sable mêlé de petites parties de vase et de coquilles; aspect général brun pâle.
68	6	A	0.25.05	51.10.20	7.20	4	Devant Westende	Vase grise avec sable. Coquilles entières.
69	6	B	0.26.35	51.11.10	10.00	1	A l'est de Westende	Vase grise pure.
70	6	C	0.27.20	51.11.15	5.20	6	A l'ouest de Middelkerke.	Sable extra fin, à couleur générale grise, parsemé de points de glauconie; peu de débris de coquilles.
71	6	D	0.29.55	51.12.15	5.70	6	Devant Leffinghe	Sable extra fin, gris blanc, composé de grains de quartz, de nombreux points de glauconie et de quelques particules jaunes. Débris.
72	6	E	0.29.30	51.12.40	8.70	1	Dans la petite rade d'Ostende . . .	Vase grise.
73	6	F	0.26.30	51.13.20	10.00	9	Au large du Stroombank.	Sable mêlé d'un peu de vase. Aspect terne. Nombreuses particules jaunes. Petites pierres et débris de coquilles.
74	6	G	0.28.30	51.13.45	10.50	4	Au large du Stroombank.	Sable tamisé au tamis fin, grains de quartz et sable jaune par parties égales. Glauconie abondante.
75	6	G′	0.28.30	51.13.45	10.50	4	Au large du Stroombank.	Résidu du tamisage précédent. Sable vasard terne; débris de coquilles. Aspect général gris.
76	6	H	0.28.10	51.13.50	9.70	5	Au large du Stroombank.	Sable très fin : quartz, points jaunes et noirs (glauconie); rares débris de coquilles.
77	6	I	0.27.45	51.14.20	14.00	8	Dans la grande rade d'Ostende . . .	Sable moyen à grains blancs de quartz, mêlé de glauconie et de particules jaunes. Très peu de débris de coquilles.
78	6	J	0.28.00	51.15.30	12.00	6	Extrémité nord-est du banc de Nieuport.	Sable gris terne. Petites coquilles entières et débris de coquilles.

Tableau-catalogue des échantillons de sables (*suite*).

N° d'ordre.	Série.	Lettre.	Longitude de Paris.	Latitude nord.	Profondeur.	Classement.	Situation hydrographique.	DESCRIPTION.
79	6	K	0°26′ 00″E	51°16′ 15″	15m00	5	Au sud du banc d'Ostende	Sable extra fin, composé de volumes égaux de quartz et de sable jaune; en plus, de la glauconie; pas de coquilles.
80	6	L	0.28.05	51.17.10	10.00	14	Au sud du banc d'Ostende	Gros sable blanc à grains transparents contenant une foule de débris de coquilles.
81	6	M	0.27.15	51.17.30	10.00	6	Sur le banc d'Ostende	Sable fin tamisé à aspect jaune, composé de grains transparents jaunes et de glauconie.
82	6	M′	0.27.15	51.17.30	10.00	18	Sur le banc d'Ostende	Résidu du tamisage précédent. Très gros sable blanc à grains de quartz, avec un nombre extraordinaire de coquilles et de débris.
83	6	N	0.27.05	51.18.50	19.50	4	Au large du banc d'Ostende	Sable vasard gris terne, avec un peu de vase; beaucoup de coquillages entiers encroûtés dans du sable vasard.
84	6	O	0.27.10	51.20.30	18.00	13	Extrémité nord-est du banc de Middelkerke.	Sable blanc à grains transparents, mêlé d'une forte proportion de particules jaunes. Coquilles entières et débris.
85	6	P	0.25.50	51.20.50	24.50	15	Extrémité nord-est du banc de Middelkerke.	Sable à aspect rougeâtre. Cette coloration est due à de nombreux débris de coquilles rouge brun.
86	6	Q	0.28.00	51.27.30	28.00	13	Au sud du Thornton-Bank	Sable terne; un peu de vase. Très nombreux débris de coquilles; peu de coquilles entières.
87	6	R	0.29.00	51.30.50	28.00	14	A l'ouest du Thornton-Bank.	Sable blanc à grains transparents, mêlé d'une forte proportion de particules jaunes, très petites pierres et débris de coquilles.
88	6	S	0.27.50	51.33.45	32.00	13	A l'est de Bligh-Bank	Sable blanc à grains transparents et à particules jaune pâle. Coquilles entières et brisées.
89	7	A	0.33.45	51.13.45	»	5	Dunes de Wellington	Sable fin, très blanc, à grains de quartz, piqué de petites particules de glauconie.
90	7	B	0.33.15	51.13.40	3.00	1	Devant Wellington	Vase gris blanc.
91	7	C	0.30.45	51.14.00	2.50	5	Sur le Stroombank	Sable fin, grains de quartz, de glauconie et jaunes; aucune coquille. Couleur gris brun.
92	7	D	0.32.20	51.14.20	5.00	5	Sur le Stroombank	Même sable.
93	7	E	0.32.40	51.14.30	3.00	5	Sur le Stroombank	Même sable.
94	7	F	0.33.10	51.14.45	2.00	5	Sur le Stroombank	Même sable; un peu de débris de coquilles.
95	7	G	0.34.00	51.14.45	1.50	5	Sur le Stroombank	Même sable; un peu de débris de coquilles.
96	7	H	0.34.40	51.14.15	0.00	6	Sur la plage d'Ostende.	Même sable, très fin, avec débris de coquilles.
97	7	I	0.34.40	51.15.50	7.00	1	Dans la grande rade d'Ostende . . .	Vase grise (provenant du déversement des produits de dragage d'Ostende).
98	7	J	0.31.25	51.16.00	11.50	1	Dans la grande rade d'Ostende . . .	Même vase grise.
99	7	K	0.31.35	51.17.15	7.00	11	Extrémité ouest du banc de Wenduyne	Sable blanc quartzeux mêlé à parties égales de sable jaune, de glauconie et de débris de coquilles.
100	7	L	0.30.50	51.18.40	12.00	10	A l'est du banc d'Ostende.	Sable très fin gris brun, composé de parties égales de sable blanc, de sable jaune et de glauconie.
101	7	L′	0.30.50	51.18.40	12.00	15	A l'est du banc d'Ostende.	Résidu du tamisage précédent. Gros sable gris terne; nombreuses coquilles perforées et débris.
102	7	M	0.32.25	51.20.00	13.00	8	Au nord-est du banc d'Ostende . . .	Sable moyen gris. Quelques rares coquilles.
103	7	N	0.35.00	51.20.15	10.50	1	Dans le nord d'Ostende	Vase pure, gris pâle.
104	7	O	0.30.20	51.20.15	13.00	9	Au nord du banc d'Ostende	Sable gris terne, de grosseur très inégale, et nombreux débris de coquilles.

Tableau-catalogue des échantillons de sables (*suite*).

Nº d'ordre.	Série.	Lettre.	Longitude de Paris.	Latitude nord.	Profondeur.	Classement.	Situation hydrographique.	Description.
105	7	P	0°31′ 15″E	51°21′ 15″	17m00	10	Au nord-est du banc d'Ostende . . .	Mélange à parties égales de sable et de vase. Coquilles entières et brisées.
106	7	Q	0.32.15	51.21.55	16.00	9	Au nord-est du banc d'Ostende . . .	Sable très fin (tamisé), brun pâle; mélange à parties égales de sable blanc à grains de quartz et de sable jaune. Glauconie.
107	7	Q′	0.32.15	51.21.55	16.00	10	Au nord-est du banc d'Ostende . . .	Résidu du tamisage précédent. Gros sable gris terne. Très nombreux débris de coquilles et coquilles entières.
108	7	R	0.34.40	51.22.10	17.00	9	Dans le nord d'Ostende	Sable assez gros, blanc, à grains transparents mêlés de particules jaunes; débris de coquilles.
109	7	S	0.34.35	51.24.00	13.70	13	Dans le nord d'Ostende	Sable à grains très inégaux; à reflets rouge brun, composé de grains blancs transparents et de débris de coquillages.
110	7	T	0.34.40	51.25.00	11.50	12	Dans le nord d'Ostende	Sable à grains transparents, pointillé de particules jaunes; peu de glauconie. Quelques rares coquilles.
111	7	U	0.33.40	51.28.25	26.00	22	Au sud du Thornton-Bank	Amas de coquilles entières.
112	7	V	0.31.05	51.34.15	28.00	13	Au nord du Thornton-Bank.	Sable à grains de quartz, pointillé de nombreuses particules jaunes; peu de coquilles et de débris.
113	8	A	0.36.20	51.15.00	3.00	5	Devant le fort Napoléon	Sable gris, très fin, mêlé d'un peu de vase; aspect terne; un peu de glauconie; peu de débris de coquilles.
114	8	B	0.37.30	51.15.20	3.00	3	Devant Breedene	Vase grise, mêlée à très peu de sable.
115	8	C	0.36.00	51.16.10	7.00	4	Au large du Stroombank.	Vase un peu sableuse, mêlée de débris de pierre et de coquilles. Couleur générale gris brun.
116	8	D	0.38.30	51.16.50	7.50	1	Au large du Stroombank.	Vase gris pâle.
117	8	E	0.38.50	51.18.15	8.50	1	Au sud du banc de Wenduyne . . .	Vase grise pure.
118	8	F	0.35.01	51.18.30	7.00	1	Au nord du banc de Wenduyne. .	Vase grise pure.
119	8	G	0.38.45	51.20.00	7.40	2	Au large du banc de Wenduyne. . .	Vase grise pure avec coquilles.
120	8	H	0.39.45	51.20.20	7.00	2	Au large du banc de Wenduyne. . .	Vase grise pure.
121	8	I	0.38.40	51.23.35	19.00	15	Dans le nord de Breedene	Sable blanc à grains transparents, mêlé de beaucoup de points jaunes. Coquilles et coquilles brisées très nombreuses.
122	8	J	0.38.10	51.24.40	16.00	4	Dans le nord de Breedene	Vase grise, mêlée d'un peu de sable. Coquilles entières encroûtées de vase.
123	8	K	0.37.50	51.26.15	16.00	13	Dans le nord de Breedene	Sable à grains blancs transparents, mêlé de points jaunes; quelques petites pierres et coquilles.
124	8	L	0.37.40	51.26.35	20 00	8	Au sud du Thornton-Bank	Sable moyen à grains de quartz, pointillé de sable jaune et de glauconie.
125	8	M	0.35.20	51.27.10	19.00	15	Au sud du Thornton-Bank	Mélange très grossier de gros sable quartzeux, de coquilles et de débris de coquilles.
126	8	N	0.55.20	51.27.35	21.00	7	Au sud du Thornton-Bank	Sable gris foncé à aspect sale Assez bien de coquilles encroûtées.
127	8	O	0.35.35	51.29.55	30.00	16	Au sud du Thornton-Bank	Gros sable quartzeux, blanc; beaucoup de coquilles brisées et de graviers.
128	8	P	0.37.45	51.31.45	21.00	4	Près de Thornton-Bank	Vase grise avec peu de sable; coquilles extrêmement nombreuses.
129	8	Q	0.35.45	51.32.25	16.00	11	Sur le Thornton-Bank	Sable blanc muni de points jaunes nombreux et de glauconie.
130	8	R	0.35.45	51.34.35	31.00	13	Au nord du Thornton-Bank.	Même sable, plus fin que l'échantillon précédent. Coquilles et débris de coquilles.

Tableau-catalogue des échantillons de sables (*suite*).

Nº d'ordre.	Série.	Lettre.	Longitude de Paris.	Latitude nord.	Profondeur.	Classement.	Situation hydrographique.	Description.
131	8	S	0°35′10″E	51°14′15″	»	1	Port d'Ostende	Vase du port, grise.
132	9	A	0.44.10	51.17.40	»	8	Dunes à l'ouest de Wenduyne . . .	Sable blanc avec un peu de jaune; peu de glauconie.
133	9	B	0.44.10	51.17.50	»	8	Pied des dunes précédentes	Sable plus fin que le précédent, mais avec plus de glauconie.
134	9	C	0.41.15	51.17.30	5.00	1	Devant le Coq.	Vase grise pure.
135	9	D	0.43.40	51.18.45	6.20	1	Devant Wenduyne.	Vase grise pure.
136	9	E	0.41.05	51.19.15	7.50	4	Au sud du banc de Wenduyne . . .	Mélange de sable et de vase; peu de débris de coquilles.
137	9	F	0.43.50	51.20.30	5.00	1	Sur le banc de Wenduyne	Vase grise pure.
138	9	G	0.41.10	51.20.50	8.00	2	Au nord du banc de Wenduyne. . .	Vase grise pure avec quelques coquilles.
139	9	H	0.43.40	51.22.00	9.00	2	Au nord du banc de Wenduyne. . .	Vase grise pure avec quelques coquilles.
140	9	I	0.44.00	51.22.45	8.90	14	A l'est du Wandelaar.	Sable gris noirâtre, composé de grains blancs transparents, de gris et de bleuâtres; débris de coquilles.
141	9	J	0.40.50	51.23.35	10.00	4	Au nord du Wandelaar	Vase sableuse (très légèrement); débris de coquilles en petit nombre.
142	9	K	0.42.30	51.25.15	14.00	7	A l'ouest du banc de Lisseweghe . .	Sable vasard très fin; débris de coquilles et petites coquilles entières.
143	9	L	0.41.50	51.27.00	20.00	4	A l'ouest du banc de Lisseweghe . .	Vase grise un peu sableuse; nombreuses coquilles et débris de coquilles; petites pierres.
144	9	M	0.41.30	51.28.40	19.00	4	Dans le Westpit.	Vase grise avec un peu de sable jaunâtre et quelques coquilles.
145	9	N	0.41.30	51.31.10	26.00	10	Dans le Westpit.	Sable assez fin, brun foncé, mêlé de sable vasard gris; nombreux petits coquillages et débris.
146	9	O	0.41.30	51.33.30	25.00	14	Dans le Westpit.	Gros sable quartzeux; beaucoup de particules jaunes et débris de coquilles.
147	10	A	0.48.55	51.19.45	2.50	6	Devant le Lucifer-Duin.	Sable blanc à grains de quartz, mêlé de glauconie; un peu de coquilles brisées.
148	10	B	0.48.55	51.19.50	4.50	9	Devant le Lucifer-Duin.	Sable vasard, pointillé de jaune et mêlé de vase grise; un peu de coquilles brisées.
149	10	C	0.47.15	51.19.50	6.20	4	Devant Blankenberghe.	Vase grise avec sable et coquilles.
150	10	D	0.46.45	51.22.20	9.50	4	Dans les Wielingen	Vase grise, mêlée d'un peu de sable; quelques coquilles.
151	10	E	0.46.15	51.23.00	8.20	8	Au nord des Wielingen	Sable jaune brun, mêlé de particules de quartz; peu de débris de coquilles.
152	10	F	0.47.30	51.24.50	7.50	3	Au sud-ouest du banc de Lisseweghe.	Vase grise, légèrement sableuse.
153	10	G	0.45.05	51.27.00	11.00	8	A l'ouest du banc de Lisseweghe . .	Sable jaune pâle, composé de grains de quartz mélangé de peu de glauconie mais de beaucoup de particules jaunes; débris.
154	10	H	0.46.55	51.28.00	11.00	12	Au nord du banc de Lisseweghe . .	Sable vasard, mêlé de vase; aspect général jaunâtre; une foule de débris de coquilles.
155	11	A	0.50.05	51.19.40	»	8	Dunes à l'est de Blankenberghe. . .	Sable assez blanc, composé de grains de quartz, mêlé d'une faible proportion de glauconie.
156	11	B	0.50.05	51.19.42	0.00	8	Sur la plage à l'est de Blankenberghe.	Sable blanc, plus gros que le précédent, mélangé d'une plus forte proportion de glauconie; particules jaunâtres.

Tableau-catalogue des échantillons de sables (*suite*).

Nº d'ordre.	Série.	Lettre.	Longitude de Paris.	Latitude nord.	Profondeur.	Classement.	Situation hydrographique.	Description.
157	11	C	0°50′ 40″E	51°21′ 00″	5m00	1	Sur le Paardemarkt	Vase grise pure.
158	11	D	0.54.00	51.22.05	6.20	3	Au nord du Paardemarkt.	Vase grise, mêlée d'un peu de sable.
159	11	E	0.50.05	51.23.15	7.50	12	A l'ouest du banc de Heyst.	Sable très mêlé, aspect général brun; particules de quartz et un nombre extraordinaire de débris de coquilles.
160	11	F	0.52.15	51.23.45	3.00	11	Sur le banc de Heyst	Sable quartzeux avec débris de coquilles; aspect général jaune pâle.
161	11	G	0.51.05	51.25.05	7.20	3	Au sud du banc de Lisseweghe . . .	Vase grise avec un peu de sable.
162	11	H	0.53.18	51.26.10	6.00	6	A l'est du banc de Lisseweghe . . .	Sable fin, jaune, composé de grains de quartz et de points jaunes en proportions égales et un peu de glauconie; débris.
163	11	I	0.53.20	51.27.50	6.00	5	Au nord-est du banc de Lisseweghe.	Sable gris, très fin, composé de grains transparents de quartz; nombreux points de glauconie; quelques jaunes; rares débris.
164	11	J	0.50.45	51.27.50	7.50	5	Au nord du banc de Lisseweghe . .	Même sable que le précédent; rares débris de coquille.
165	11	K	0.50.25	51.29.50	12.50	13	Dans le Westpit.	Gros sable jaune, mêlé d'une foule de débris de coquillages et de coquilles entières.
166	11	L	0.51.25	51.30.40	12.00	4	Dans le Westpit.	Mélange à parties égales de sable et de vase avec débris de coquilles et coquilles entières.
167	11	M	0.53.20	51.32.00	15.00	6	A l'embouchure du Deurloo	Sable gris terne, pointillé de glauconie; très nombreux débris de fines coquilles.
168	11	N	0.52.00	51.34.00	26.50	4	Dans le Westpit.	Sable vasard gris terne, mêlé de vase; quelques débris de coquilles et coquilles entières.
169	12	A	0.56.05	51.20.50	»	8	Dunes de Knocke	Sable blanc, pointillé légèrement de jaune; aspect général blanc.
170	12	B	0.56.10	51.20.05	0.00	8	Plage devant Knocke	Sable blanc à grains de quartz; particules jaunes; glauconie; rares coquilles et débris.
171	12	C	0.55.15	51.20.05	2.50	6	A l'ouest de Knocke.	Sable très fin (un peu vasard), pointillé de glauconie; assez bien de débris très petits de coquilles.
172	12	D	0.55.10	51.21.15	8.00	1	Extrémité ouest de l'Appelzak . . .	Vase grise pure.
173	12	E	0.57.55	51.23.45	8.50	8	A l'est du bateau-feu Wielingen. . .	Sable gris brun pâle, composé de quartz, glauconie et de particules jaunes.
174	12	F	0.58.00	51.26.30	4.00	2	Sur le Raan	Vase grise, mélangée de coquilles et de débris.
175	12	G	0.59.30	51.28.30	4.20	5	Au nord du Raan	Sable gris assez terne, pointillé de glauconie.
176	13	A	1.03.15	51.25.30	12.50	1	Dans le Spleet	Vase grise pure
177	13	B	1.03.10	51.27.40	4.50	5	Au nord du Walvischstaart.	Sable extrêmement fin, blanc, à grains transparents, mêlé de glauconie.
178	13	C	1.01.30	51.29.55	7.80	4	Dans le Deurloo.	Vase sableuse grise, mélangée de quelques débris, de coquilles entières.
179	14	A	1.08.30	51.24.15	15.00	11	Passe française	Sable à aspect brunâtre, composé de points transparents de quartz, de glauconie et de points jaunes.
180	14	B	1.06.50	51.24.20	13.00	4	Passe française	Sable tamisé, moyen; même composition que le précédent; très petits débris de coquilles.
181	14	B′	1.06.50	51.24.20	13.00	4	Passe française	Résidu du tamisage précédent. Vase grise et un nombre considérable de coquilles et de débris de coquilles.
182	15	A	1.11.50	51.25.00	22.00	4	Devant Breskens	Vase grise, mêlée de très peu de sable; quelques coquilles et débris de coquilles; débris de petits crustacés.

Tableau-catalogue des échantillons de sables (*suite*).

Nº d'ordre.	Série.	Lettre.	Longitude de Paris.	Latitude nord.	Profondeur.	Classement.	Situation hydrographique.	DESCRIPTION.
183	15	B	1°13′40″E	51°25′40″	18m00	8	Au sud de Flessingue	Sable moyen, blanc, à grains transparents, mêlé de beaucoup de glauconie et de quelques rares débris de coquilles.
184	15	C	1.14.50	51.25.45	21.00	11	Au sud de Flessingue	Même composition; mais volume des grains plus grands et glauconie plus abondante.
185	15	D	1.14.20	51.26.00	20.00	12	Au sud de Flessingue	Sable quartzeux, mêlé d'une foule de particules de glauconie très grosses et débris de coquilles.
186	-1	A	0.02.45 O	51.03.50	15.00	8	Rade de Dunkerque	Sable blanc à grains transparents, mêlé de très peu de vase et de points jaunes et glauconie.
187	-1	B	0.00.05	51.04.00	15.00	8	Rade de Dunkerque	Sable fin, gris, à grains mêlés : blancs, jaunes, noirs; un peu de vase.
188	-1	C	0.04.50	51.06.30	3.50	11	Sur le Buiten-Ratel	Sable blanc à grains de quartz; particules jaunes, brunes, noires; aspect brillant.
189	-1	D	0.04.40	51.10.30	6.50	11	Au sud du Binnen-Ruytingen. . .	Gros sable à grains transparents, mêlé de points jaunes; beaucoup de glauconie; petites pierres; peu de coquilles.
190	-1	E	0.00.40	51.11.20	27.00	8	A l'ouest de l'Oost-Dyck	Sable moyen, blanc, à grains blancs transparents, mêlé de points jaunes et de points de glauconie.
191	-1	F	0.04.30	51.11.50	6.00	12	Sur le Binnen-Ruytingen.	Sable blanc à grains transparents, assez gros, mêlé de nombreuses particules jaunes; pierres calcaires; débris.
192	-2	A	0.09.15	51.11.00	20.00	11	Entre le Binnen- et le Buiten-Ruytingen.	Sable blanc, quartzeux. Beaucoup de glauconie. Quelques petites pierres.
193	-2	B	0.06.45	51.12 30	27.00	12	A l'est du bateau feu Ruytingen. . .	Sable blanc, quartzeux, à grains transparents, mêlé de jaune et de glauconie. Aspect général : très blanc; débris de coquilles.
194	-2	C	0.08.50	51.29.45	35.00	18	Au large du Fairy-Bank	Très gros sable quartzeux, mêlé d'une foule de débris de coquilles de galets et de coquilles entières.
195	-3	A	0.12.35	51.03.40	10.00	19	A l'est du bateau-feu Dyck	Gravier mêlé de coquilles entières et de brisées; débris d'autres animaux marins; peu de sable jaune foncé.
196	-3	B	0.11.15	51.04.40	11.00	8	Extrémité ouest du Breedt-Bank .	Sable moyen, blanc, quartzeux, mêlé d'un volume égal de sable et de quelques points de glauconie.
197	-3	C	0.11.30	51.07.10	20.00	19	Au sud du Middel-Dyck.	Très gros sable, blanc, quartzeux, mêlé de nombreuses particules jaunes. Graviers; coquilles; débris de coquilles.
198	-3	D	0.10.10	51.09.20	29.00	12	Au sud du Buyten-Ruytingen. . . .	Sable blanc, assez fin, à grains transparents, mêlé de sable jaune; nombreux points de glauconie. Débris de coquilles.
199	-3	E	0.13.00	51.12.15	32.00	19	Au nord du Buyten-Ruytingen . . .	Très gros sable quartzeux; nombreux galets calcareux et débris de coquilles.
200	-3	F	0.10.15	51.13.30	31.00	17	Au large du Buyten-Ruytingen . . .	Très gros sable quartzeux, mêlé de nombreuses particules jaunes. Coquilles et coquilles brisées.
201	-3	G	0.11.35	51.31.50	40.00	17	Au large du Fairy-Bank	Sable blanc à grains transparents, mêlé de quelques particules jaunes et de quelques points de glauconie.
202	-3	H	0.14.15	51.34.00	43.00	18	Au large du Fairy-Bank	Très gros sable quartzeux avec points jaunes. Galets et coquilles brisées.
203	-4	A	0.17.00	51.36.00	50.00	17	Au large du Fairy-Bank	Très gros sable à grains transparents, mêlé de points jaunes; peu de débris de coquilles.
204	-7	W	0.34 59	51.15.15	3.00	5	Sur le Stroombank	Sable fin à grains transparents, mêlé de points jaunes et de particules de glauconie. Semblable au nº 93.

COMPTE RENDU

DE LA

SESSION ANNUELLE EXTRAORDINAIRE DE 1899

TENUE

DANS LE BASSIN DE LONDRES ET DANS LA RÉGION DU WEALD

DU 7 AU 18 SEPTEMBRE 1899

PAR

Paul VAN YSENDYCK

Planches XVIII et XIX

Pour but de l'excursion de la session annuelle extraordinaire de notre Société, il fut proposé et admis de choisir la région si intéressante et si pittoresque du Weald, au sud de l'Angleterre.

Cette excursion faisait suite à celle entreprise, en 1895, dans le nord de la France et le Boulonnais, et coïncidait avec l'époque où se réunissaient, à Douvres, les sociétés savantes pour l'avancement des sciences.

Cette dernière circonstance, si elle procurait à nos membres l'avantage d'y rencontrer les personnalités les plus marquantes du monde scientifique, rendait aussi plus difficile l'élaboration du programme et son exécution.

Ce soin fut laissé tout entier à M. Van den Broeck, notre zêlé

secrétaire général, qui avait si bien fait les choses, que nous n'avons eu qu'à nous laisser conduire et jouir sans soucis de tous les avantages que ses arrangements devaient nous procurer. Aussi avons-nous été unanimes à applaudir à la parfaite réussite de l'excursion et à le remercier bien vivement pour cette nouvelle preuve de son entier dévouement à notre Société.

Avant d'entamer la série de nos excursions, retraçons sommairement l'allure de la formation wealdo-boulonnaise.

Comme le montre la carte schématique annexée (voir planche XVIII), cette formation est comprise tout entière entre une ceinture crayeuse de forme elliptique, qui s'étend de Petersfield, en Angleterre, jusque Lottinghem, dans le Boulonnais, et présente une série de terrains de plus en plus anciens en allant de la périphérie vers le centre.

Cela provient de ce que l'ensemble des soulèvements successifs, qui ont affecté ces terrains, a contribué à les élever autrefois en forme de dôme elliptique, dont l'axe joint les deux extrémités précitées, tandis qu'aujourd'hui l'ensemble des dénudations a contribué à en araser la calotte. Mais tandis qu'en Angleterre la dénudation a pu atteindre à peine le Purbeckien (n° 13 de la légende de la carte), en France, au contraire, elle a attaqué largement le Jurassique et a même atteint le terrain primaire. Dans le Weald, des soulèvements moins intenses ont relevé les couches moins fort que dans le Boulonnais; aussi le biseau formé par la dénudation sur les couches très peu redressées du Weald est-il souvent très large, tandis que dans le Boulonnais les couches crétaciques arasées ne présentent plus qu'une frange très étroite autour du Jurassique.

En ce qui concerne la formation du dôme wealdo-boulonnais, on pense généralement que les deux contrées étaient réunies avant l'époque secondaire, et que l'invasion de la mer crétacée a pu s'étendre également sur les deux pays. Cette opinion s'appuie sur la ressemblance des niveaux géologiques sur les deux côtes opposées du canal de la Manche.

On est moins d'accord sur la façon dont s'est opérée la dénudation. D'après M. Charles Barrois (1), la craie, s'étant déposée à un moment où le dôme s'était déjà surélevé, n'aurait eu qu'une épaisseur assez faible relativement aux autres parties.

(1) *La dénudation des Wealds et le Pas-de-Calais.* ANN. SOC. GÉOL. NORD, t. III, 1875-1876, pp. 75-84.

De plus, un nouvel exhaussement ayant pu se produire avant l'époque tertiaire, ses effets mécaniques auraient crevassé fortement la calotte et préparé les voies à l'érosion. C'est pendant ce dernier exhaussement qu'une ride plus forte se serait produite, assurant pour longtemps l'union des deux continents.

Enfin, l'érosion commencée, les eaux se seraient écoulées perpendiculairement à l'axe du dôme et de chaque côté de celui-ci, les unes au nord, du côté de la Tamise, les autres au sud, du côté de la mer, comme elles le font encore aujourd'hui. (Voir planche XVIII.)

EXCURSIONS.

Première journée. — Jeudi, 7 septembre.

Rendez-vous.

Dès le jeudi, 7 septembre, jour de ralliement, le soir, à Londres, quelques excursionnistes qui s'étaient rendus d'avance en cette ville pour la visiter, et qui avaient eu l'avantage d'être présentés déjà à M. W. Whitaker, président de la Société géologique de Londres, nous entretenaient avec enthousiasme de l'accueil charmant que leur avait fait cet éminent géologue.

Le programme, qu'il avait bien voulu leur tracer plus complètement, comprenait, pour Londres, deux excursions géologiques, deux excursions hydrologiques et la visite des musées, où se trouvent des collections superbes.

Deuxième journée. — Vendredi, 8 septembre.

Course au sud de Londres.

La première excursion géologique, dirigée par M. W. Whitaker lui-même, et par M. A. E. Salter, comme secrétaire, avait lieu le lendemain, vendredi, dans les terrains secondaires de Caterham, Godstone, Tilburstow et Oxted, au sud de Londres.

Plusieurs géologues anglais nous accompagnaient.

Cette excursion avait pour but de nous faire reconnaître, dans son

ensemble, la formation crétacée wealdienne tout entière, en parcourant la série des terrains compris entre le *London Clay* ou argile ypresienne et le Weald supérieur.

La coupe générale ci-dessous fait voir, en effet, que pour nous rendre du nord-ouest au sud-est, nous devions gravir deux crêtes élevées, d'où il nous était facile de juger de cet ensemble.

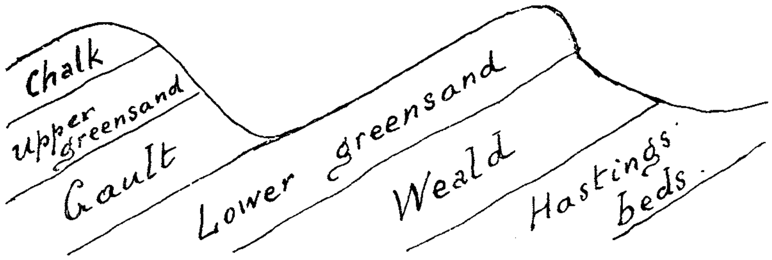


FIG. 1. — *Double crête séparant les bords du bassin de Londres de ceux de la région du Weald.*

Nota. — Dans cette coupe schématique, le terrain wealdien est seulement représenté par l'*argile* wealdienne.

Ayant quitté, nombreux, la gare de Charing-Cross, à Londres, pour nous rendre à Catherham, nous avons traversé tous les étages de la craie, depuis la craie supérieure (*Upper Chalk*) jusqu'à la craie inférieure (*Lower Chalk*).

A Purley, où nous avons eu quelques minutes entre deux trains, nous avons jeté un coup d'œil rapide sur le *Rose and Crown Pit*, grande carrière où la craie supérieure et la craie moyenne (*Middle Chalk*) apparaissent dans une coupe d'une douzaine de mètres de hauteur.

La craie supérieure, correspondant au Sénonien, contient assez bien de rognons de silex. Elle est généralement blanche et traversée de lignes noires qui ne sont que des lits de silex noirs. Cette assise de craie peut quelquefois être assez aquifère pour permettre d'en puiser l'eau au moyen de puits et de galeries.

L'assise moyenne, dont on n'aperçoit que le sommet, correspond au Turonien; elle est souvent plus jaunâtre et plus fissurée. Elle est aussi légèrement plus argileuse que la précédente et peut fournir beaucoup d'eau. Les assises inférieures deviennent plus argileuses encore et sont moins aquifères que les supérieures.

C'est dans la craie moyenne que se trouvent, à Kenley, quelques

milles avant d'atteindre Caterham, les puits de la *East Surrey Water Works Company.*

Leur profondeur varie de 250 à 400 pieds; l'eau s'y élève naturellement jusqu'à 60 et même 30 pieds de la surface du sol, d'après les saisons. Cette eau est pompée dans de grands réservoirs (*softening tanks*) où elle subit un adoucissage par adjonction de chaux (1). Son degré hydrotimétrique est ainsi ramené de 19° à 7°5 Clark.

Le pompage continuel de ces eaux n'est pas sans produire un assèchement général de tous les puits privés de la région.

Quant à la craie inférieure ou cénomanienne, elle est plus argileuse encore et renferme à sa base une marne glauconifère souvent confondue avec l'*Upper Greensand.*

Elle s'étend surtout en belles falaises entre Douvres et Folkestone; mais le temps nous a manqué pour y faire une visite spéciale.

Nous la rencontrons, toutefois, dans cette première excursion, sur les hauteurs de Catherham, un peu après avoir quitté la gare du chemin de fer.

Elle présente là, à la partie supérieure, une épaisse couche de silex anguleux, provenant de la dissolution de la craie en place. Les quelques vestiges que nous en voyons sont couverts presque partout d'une assise de cailloux roulés (*pebble beds*) se rapportant aux *Oldhaven Beds* et ravinant profondément les premiers.

En nous avançant vers le sud, nous arrivons au bord de l'escarpement de la falaise crayeuse d'où nous pouvons considérer l'*Upper Greensand* à nos pieds; plus loin, la plaine basse du *Gault* et puis le second escarpement constitué par le *Lower Greensand.*

L'*Upper Greensand* est représenté par des sables fins, très argileux, calcareux et glauconifères, de couleur gris verdâtre. Au milieu de ces sables, sont des bancs de grès de même composition et de même couleur, très résistants, servant de moellons dans la construction et de pierres à user les carrelages. On exploite le plus souvent ces grès par carrières souterraines (*underground quarries*) en suivant le banc en sous-sol. Des effondrements se produisent assez facilement. Nous en avons eu un exemple sous les yeux. Ces grès et ces sables renferment une quantité considérable de spicules de spongiaires siliceux, quelquefois calcareux, dont M. G.-J. Hinde fait ressortir les particularités.

Diverses discussions s'élèvent, chemin faisant, entre MM. E. Van den

(1) $CaH_2(CO_3)_2 + CaO = 3CaCO_3 + H_2O$.

Broeck, Rutot et les confrères anglais, au sujet de la dénudation du *Weald*, d'où il résulte que la plupart des membres géologues anglais admettent que celle-ci s'est opérée autrefois, comme elle s'opère encore aujourd'hui, par les eaux qui, partant de l'axe du dôme elliptique wealdien, s'écoulent vers le nord et vers le sud.

Avant de descendre de la falaise, nous remarquons le surbaissement des argiles du *Gault* (Albien), qui font suite aux sables précédents.

Cette formation, plus facilement attaquée par les effets de l'érosion, se rencontre généralement dans l'intérieur, dans les plaines basses. Nous la rencontrerons lorsque nous nous rendrons à Folkestone. Ce n'est donc pas ici que nous nous y arrêterons.

Plus loin, nous entrerons dans les couches du *Lower Greensand*, d'un développement assez considérable.

Nous sommes déjà sur la paroisse de Godstone, et la première carrière de grès que nous visitons porte ce nom.

Ces grès appartiennent à l'*Upper Greensand;* ils sont consistants et de bonne qualité. Ils sont formés de silice, de calcaire et d'argile, contenant, en outre, beaucoup de grains de glauconie, du mica, des nodules de phosphate calcaire, des cherts et des pyrites de fer.

L'exploitation de cette carrière remonte à plus de deux cent quarante ans. Elle se fait souterrainement par piliers et ouvrages de 35 pieds chacun, en suivant la couche dans son inclinaison. Celle-ci est de $^1/_{12}$ du sud au nord, la direction étant est-ouest.

L'épaisseur de la couche exploitable est de 2 mètres environ, et celle-ci se divise en trois bancs : le banc inférieur, de 10 pouces d'épaisseur, nommé *fire stone*, est employé en verrerie comme sole réfractaire des fours. Le banc moyen, appelé *hard stone*, a une épaisseur de 3 pieds. Il s'emploie en construction et pour l'usure des pavements. Enfin, le troisième banc, ou *rough stone*, de 5 pieds d'épaisseur, se vend en petits fragments pour l'empierrement des routes.

En quittant cette carrière, nous suivons la chaussée qui doit nous mener au *Clayton Arms Hotel*, auberge charmante où M. W. Whitaker a eu l'amabilité de nous inviter à déjeuner.

La route est magnifique; elle est parcourue par d'élégantes bicyclistes et de nombreux équipages, ce qui, sous le beau soleil et dans le milieu pittoresque où nous nous trouvons, contribue à agrémenter cette promenade délicieuse pendant les moments où rien de scientifique ne se présente à nos yeux.

A peu de distance de l'auberge, une belle carrière de sable, du nom de *Godstone sand pit*, ramène notre attention vers la géologie. C'est,

en effet, une superbe coupe dans les sables supérieurs du *Lower Greensand :* les *Folkestone Beds*. Trois bancs existent dans cette carrière. L'inférieur est à gros éléments de quartz très pur, d'un blanc légèrement jauni par décomposition des grains de glauconie en hydroxyde. La glauconie et le mica n'y sont d'ailleurs que très peu représentés. La pureté de ce sable le fait apprécier en verrerie et en glacerie. Il est étendu en une couche de 3 mètres d'épaisseur environ, à stratification presque horizontale.

Au-dessus se trouve un sable moins pur, plus chargé de silicates étrangers, tels que mica, glauconie, etc., et de couleur un peu brune. Il contient des nodules de limonite. Il est séparé du premier par un lit de fins galets agglomérés, par l'effet des infiltrations d'eau, sous forme de bancs gréseux. Enfin, une troisième catégorie de sables se trouve à la partie supérieure. Ils sont de même composition, mais très altérés par la décomposition de la glauconie. On l'emploie pour la confection du mortier en mélange avec la chaux.

L'exploitation de cette carrière par grandes galeries souterraines cintrées, creusées dans le sable, même sans aucun étançonnage, nous étonne beaucoup. Son aspect général donne l'idée d'un grand cirque romain où chaque galerie paraît un antre de fauve. Il est temps de nous réconforter. C'est pourquoi M. W. Whitaker nous entraîne vers le *Clayton Arms Hotel.*

Le lunch est superbement servi et nous sommes en bel appétit pour en apprécier toute la valeur.

L'entrain et la gaîté ne manquent pas, et la séance se termine à la façon anglaise, par un speech de remerciements bien sentis, adressé par notre honorable président, M. Michel Mourlon, à M. W. Whitaker, et traduit très heureusement par M. le docteur Van de Wiele. M. Whitaker s'empresse d'y répondre en nous adressant quelques paroles de bien-venue dans le style humoristique et fin qui lui est particulier.

Nous nous remettons rapidement en route pour nous rendre au *gravel pit* de Tilburstow. Cette carrière est creusée dans les *Sandgate Beds* et dans les *Hythe Beds* du *Lower Greensand.* On en aperçoit les trois assises supérieures. La première qui attire notre attention est constituée de sables jaunes, assez rudes et légèrement glauconifères, à la base desquels se trouve une assise gréseuse et complètement chargée de cherts.

M. P.-A.-B. Martin fait observer que ces cherts sont souvent remplis de calcédoine, spécialement à Seven Oaks. On y rencontre aussi

des parties très manganésifères. M. G.-J. Hinde nous fait remarquer que parmi les bancs de cherts, il en existe de deux couleurs différentes, et que cette différence de couleur correspond ici à une différence de composition; car, tandis que le banc gris foncé de base ne contient que des spicules spongiaires siliceux, le banc jaunâtre clair supérieur contient des spicules calcaires; ce qui, d'après M. G.-J. Hinde, s'explique par la dissolution de la silice dans le banc supérieur, et son remplacement par du calcaire. En certains endroits même, les spicules calcaires ne sont qu'à l'état d'empreintes; alors qu'en d'autres endroits ils sont à l'état compact. La carrière exploite ces cherts pour les concasser à l'état de pierrailles, d'où son nom de *gravel pit*.

Au-dessus des *Hythe Beds* se trouve un représentant des *Sandgate Beds*, masse argileuse vert bleu, épaisse de peu de mètres, immédiatement surmontée, mais localement toutefois, des *Folkestone Beds*.

Une partie de ces derniers est ici très chargée de glauconie en gros grains, ainsi que de mica et de silicates étrangers. Ce sable est un peu argileux et légèrement calcareux. A sa base se trouve un petit gravier, comme il se trouve quelques cailloux roulés à la base des *Sandgate Beds*.

A la partie supérieure, les *Folkestone beds* sont fort altérés par les agents atmosphériques, spécialement les sels de fer et de manganèse, ce qui leur donne une couleur de rouille intense. Les eaux superficielles, en les traversant, y ont produit avec une parfaite netteté le phénomène dit du *foirage*.

M. E. Van den Broeck fait observer que nous nous trouvons ici en présence de sables et d'argiles dont les couleurs passent du gris bleu au jaune et au rouge dans la même formation géologique. Il fait voir que la différence des couleurs provient de l'altération de ces terrains par les eaux d'infiltration. Il choisit cet exemple pour faire remarquer que la couleur ne peut pas être une indication de différence d'âge géologique, les fossiles pouvant seuls déterminer celui-ci. Il exprime aussi quelques idées générales sur la nature des dépôts, en faisant ressortir que les argiles sont généralement soit des dépôts lacustres, soit des dépôts marins profonds; les sables, très généralement des dépôts marins, et les graviers, soit des dépôts littoraux marins, soit des dépôts fluviaux ou torrentiels.

M. E. Van den Broeck fait encore observer un beau phénomène de glissement des couches supérieures le long de la montagne.

Nous quittons cette carrière pour passer à celle de *Tilburstow hill*, qui se trouve beaucoup plus haut le long de la grand'route qui nous

dirige vers le sud. Les sables de cette carrière paraissent à première vue être ceux de Godstone, c'est-à-dire les *Folkestone Beds*. Il n'en est rien. Ils représentent une couche inférieure au niveau des cherts, vus précédemment, et rentrent dans le groupe des *Hythe Beds* dont ils sont la base. Ces sables sont fins, calcareux et argileux. Ils renferment des paillettes de mica et beaucoup de silicates de fer et de manganèse. L'eau, en s'y infiltrant, a formé des agglomérations d'hydroxydes de fer et de manganèse dont la cassure est mate et compacte. Dans les *Folkestone Beds*, rencontrés au *Godstone pit*, le matin, les concrétions ferrugineuses avaient une cassure grossière par suite des gros grains de silice qu'ils contiennent.

En continuant la route, nous rencontrons une petite carrière où les dépôts, au lieu d'une inclinaison de $^1/_{12}$ environ du sud au nord, sont tout à coup redressés à plus de 50°, et les couches rencontrées sont celles des *Hythe Beds*. Il y a donc eu ici une faille qui a permis aux cherts des *Hythe Beds*, visibles ici, de descendre de 40 à 50 mètres sous leur niveau ordinaire.

Nous arrivons ainsi au bord sud de la seconde falaise, d'où nous pouvons apercevoir toute la vallée du *Weald*. Celle-ci est une vaste plaine, s'étendant sur 4 à 5 milles vers le sud-est et limitée à cette distance par les hauteurs des *Hastings Beds*, au centre desquels se trouve un peu de Portlandien ou Purbeckien.

La carte (pl. XVIII) et la coupe n° 2 y annexée renseignent bien à ce sujet.

Nous avons terminé là notre première journée. Il nous reste à suivre la route d'Oxted, où nous prendrons le train. La route est un peu longue et nous sommes légèrement fatigués, spécialement ceux que la soif a gagnés, car dans la campagne anglaise il n'y a pas, comme chez nous, de débits de boissons. Heureusement nous rencontrons une délicieuse source près du moulin de *Leighplace*, où nos plus ardents orateurs vont se désaltérer. Nous traversons le *Tandridge Park*; nous passons l'eglise Saint-Pierre, près de laquelle nous mesurons le pourtour d'un if géant de 9 à 10 mètres de circonférence; puis finalement nous atteignons le village d'Oxted. C'est là qu'avec un ensemble remarquable, nous avons envahi la première buvette rencontrée et fait la connaissance du bienfaisant *shandy-gaff*, boisson composée de ginger-beer et de pale-ale. Après ce rafraîchissant acompte, nous avons pris le train pour Londres, très satisfaits de cette première journée d'excursion.

Troisième journée. — Samedi 9 septembre.

Course géologique à l'est de Londres.

Le lendemain, samedi, nous étions invités par la *Geologists' Association* de Londres, à faire, sous la présidence de M. J. J. H. Teall, président, et sous la direction de M. W. Whitaker, aidé de M. A. E. Salter, secrétaire, et en la compagnie d'une vingtaine de membres et de dames géologues, une course très intéressante dans le *Lower Eocene*, à l'est de Londres, dans les terrains compris entre le *London Clay* (argile ypresienne) et la craie; c'est-à-dire dans la série des terrains correspondant à nos deux niveaux landeniens, du côté de Charlton et de Woolwich, et dans les mêmes terrains, surmontés de terrains quaternaires, dans les environs d'Erith et de Crayford.

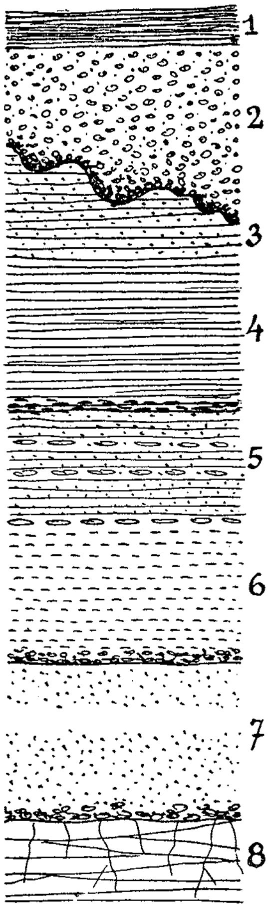
Pour cette excursion très intéressante, M. W. Whitaker avait bien voulu nous distribuer quelques exemplaires des notes explicatives qu'il a publiées, il y a environ trente ans, sur les carrières à visiter.

Charlton est notre première étape; c'est là que, dans une ancienne carrière à sable, nous nous arrêtons pour la première fois devant les trois assises du *Lower Eocene*, représentées, d'une part, par les *Oldhaven Beds* et le *Woolwich*, de formation fluvio-marine, correspondant à notre Landenien supérieur; d'autre part, par le *Thanet Sand*, de formation marine, correspondant à notre Landenien inférieur et reposant sur la craie par interposition de galets de silex verdis. Au-dessus de cet ensemble se trouvait autrefois encore le *London Clay*, qui aujourd'hui a disparu complètement. (Voir, dans la planche XIX, la figure 1 représentant la vue de cette première carrière visitée à Charlton.)

Je dois à l'obligeante attention de M. A. K. Coomara Swamy, membre de la *Geologists' Association*, qui nous accompagnait, les photographies qui figurent dans la planche jointe au présent compte rendu. La photographie n° 1 représente cette première carrière. On y voit très bien la surface horizontale de contact entre la base du *Thanet Sand* et la craie à silex. La planitude absolue de ce contact et la présence entre les deux formations de cailloux de silex provenant de la craie, marque un véritable rabotage marin de la tête des assises de craie du *Upper Chalk* (Sénonien). Chez nous, le Landenien marin a l'aspect très visiblement verdâtre par l'effet de la glauconie; ici, cet aspect est plus blanchâtre; mais il faut l'attribuer à l'ancienneté de la coupe, car, en grattant plus profondément, on y trouve la glauconie en

même proportion. La patine verte qui colore les silex de la base est une preuve de la grande richesse du *Thanet Sand* en glauconie.

Le *Thanet* et le *Woolwich* sont séparés par une assise de galets roulés, comme le sont le *Woolwich* et le *Oldhaven*. M. E. Van den Broeck se demande si la division supérieure ne manquerait pas chez



1. *London Clay*.

2. *Oldhaven pebble Beds*. Sable mêlé de nombreux galets, plus fin à la base, et très fossilifère.

3. Alternance de sable et d'argile nommée *leaf bed*.

4. Argile grise renfermant quelques lits de coquilles et un lit d'Ostrea.

5. Sable argileux fin à concrétions calcaro-ferreuses.

6. Sable fin, argileux, brun, jaune et gris, avec concrétions ferrugineuses, contenant beaucoup de fossiles, devenant sable fin, verdâtre à la base, avec cailloux roulés.

7. *Thanet Sand* (Landenien inférieur). Sable très fin, plus argileux vers la base avec silex verdis à la base.

8. Craie à silex.

FIG. 2. — *Coupe générale à Charlton.*

1 et 2. *Oldhaven beds*. — 7. *Thanet sands*.
3, 4, 5, 6. *Woolwich and Reading beds*. — 8. Craie à silex.

nous. M. Rutot pense que non, car le passage de l'Ypresien au Landenien se produit sans ligne de ravinement ni gravier séparatif; il n'y a donc pas de lacune.

Nous passons immédiatement à une seconde coupe d'une quinzaine de mètres de hauteur, des plus intéressantes. C'est une immense carrière de sable encore en pleine exploitation. La coupe qu'en a donnée M. Whitaker explique toute la formation. (Voir fig. 2.)

La craie se trouve à la base, mais elle n'est pas visible, sinon en contre-bas du chemin d'exploitation, non loin d'une installation de la *Kent Water Works C°*, qui y possède deux puits dans la craie supérieure. Ces puits sont abandonnés, les eaux en ayant été reconnues contaminées.

Au-dessus de la craie vient une grande épaisseur de *Thanet Sand*. Cette assise de sable va en s'amincissant vers l'ouest-nord-ouest, où elle disparaît quelquefois complètement, de sorte que les couches de *Woolwich* reposent directement sur la craie. Comme il a été dit, le *Thanet Sand* est d'origine marine. Sa partie inférieure est un sable très ténu, argileux, gris verdâtre foncé, considérablement chargé de glauconie. On y rencontre peu de fossiles.

Il est très apprécié dans la fine fonderie de la fonte et du bronze pour la confection des moules; il s'exporte dans ce but jusqu'en Extrême-Orient.

La partie supérieure de ces sables, dont l'épaisseur est de 8 à 10 mètres, est également un sable argileux fin, glauconifère, mais un peu moins ténu. Il trouve son emploi dans la fonderie ordinaire et dans la verrerie grossière. M. E. Van den Broeck fait ressortir ici le phénomène général de classement des éléments du dépôt par ordre de finesse : les plus ténus se trouvant à la base, les plus grossiers au sommet en ordre d'émersion croissante. La régularité du dépôt caractérise ici la formation marine; l'irrégularité, les dépôts d'estuaires fluvio-marins.

L'énorme quantité de sables du *Thanet Sand*, et ses qualités exceptionnelles pour la fonderie, ont provoqué, non loin de la carrière, la création du grand arsenal anglais de Woolwich, primitivement décrété et organisé sous l'inspiration d'un ingénieur hollandais de Guillaume III.

Au-dessus du *Thanet Sand* se trouve une série d'assises se rapportant au *Woolwich and Reading Beds*, masse de sables glauconifères plus grossiers, plus ou moins altérés, chargés de concrétions ferrugineuses, et renfermant assez de fossiles des genres *Cyrena caudata*, *Cyrena cuneiformis*, *Melania inquiniata*, *Cerithium funatum*, etc.

Ces fossiles sont souvent englobés dans des hydroxydes de fer, de façon à former des lentilles très dures, vrais minerais de fer.

A la base de ces sables, assez bigarrés, est une assise caillouteuse les séparant du *Thanet*. Les fossiles et la stratification de cette formation, d'après ce qui est dit ci-dessus, la font définir comme facies fluvio-marin d'estuaire.

Enfin sur ces sables viennent les *Oldhaven Beds*, qui ont fortement raviné le terrain sous-jacent, et sont remplis de cailloux roulés. Ces sables sont très chargés également d'hydroxydes de fer, et ne sont pas utilisables par l'industrie. Autrefois l'argile de Londres recouvrait la partie supérieure de cette carrière. Aujourd'hui elle a complètement disparu. Nous voyons encore ici un bel exemple de glissement ou descente en paquets des couches le long de la pente de la colline. En contournant la montagne, nous voyons affleurer une couche extrêmement fossilifère des *Woolwich Beds*, dans laquelle nous faisons une riche récolte.

C'est à cet emplacement qu'il y a une cinquantaine d'années, le célèbre Prestwich parvint à déterminer les *Woolwich Beds* pour la première fois. Il y avait là, en effet, une immense carrière, dont les déchets amoncelés ont été transformés en un joli parc, nommé *Maryon Park*.

Nous quittons Charlton pour nous rendre à Erith, par le train. Là, le lunch nous est gracieusement offert par nos confrères anglais. Cette fois, c'est M. J. J. Teall, président de la *Geologists' Association*, qui nous engage, en leur nom, à prendre part au lunch que nos aimables compagnons ont fait préparer en notre honneur. C'est M. Teall qui, le premier, prend la parole pour nous souhaiter la bienvenue, nous exprimer ses regrets de ne pouvoir nous accompagner chaque jour, et regretter aussi notre petit nombre. M. M. Mourlon y répond très heureusement par des remercîments à la *Geologists' Association* et des félicitations aux dames qui s'occupent de géologie. M. A. Kemna, traduisant en anglais le speech de M. Mourlon, y accentue encore la note humoristique que notre Président y avait très délicatement introduite. Enfin, après quelques mots bien sentis de M. W. Whitaker, qui nous a décidément pris sous son égide, et qui proteste trop modestement contre les remercîments qu'on lui adresse, M. le Président donne le signal du départ.

Bien que nous devions rencontrer encore un peu de *Lower Eocene*, dans l'après-dîner, toute l'attention des excursionnistes a cependant été tournée vers les terrains quaternaires.

C'est dans la série des *Erith brickyard pits*, énormes excavations d'où l'on extrait la terre nécessaire à la fabrication des briques, que les observations ont pu se faire. (Voir pl. XIX, fig. 2.)

Dans la partie des exploitations où le Quaternaire est seul visible, la majeure partie des talus montrent la coupe suivante :

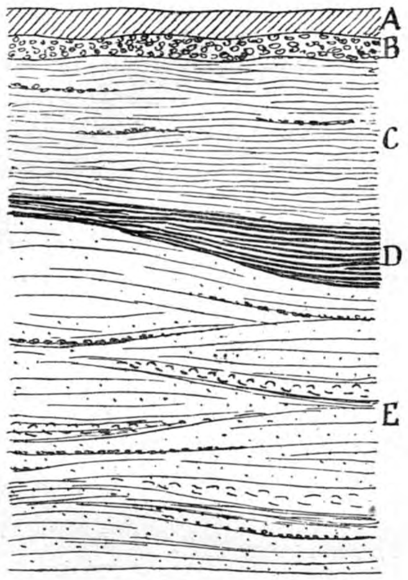


FIG. 3. — *Coupe dans les exploitations d'Erith.*

A.	Limon sableux altéré	0m,50 à 1m,00
B.	Cailloutis de silex, continu	0m,20 à 0m,40
C.	Sable argileux stratifié, avec lits graveleux intercalés	3m,00 à 4m,00
D.	Lentille d'argile sableuse verte, semblable aux glaises quaternaires de nos régions	0m,40 à 1m,50
E.	Sables plus ou moins grossiers, verts, très stratifiés avec linéoles graveleuses et lits remplis de coquilles terrestres et d'eau douce, parmi lesquelles de très nombreuses *Corbicula fluminalis* bivalves. Ces couches renferment aussi des ossements de grands Mammifères	5m,00 à 6m,00

D'après M. Whitaker, les couches visibles, caractérisées par la présence de *Corbicula fluminalis,* seraient d'âge postglaciaire.

Les coupes, quoique très intéressantes, ne montrent pas les relations stratigraphiques du dépôt; aussi la discussion de l'âge des couches n'est-elle guère possible.

Heureusement, dans une autre excavation, la grande profondeur des

talus donne des indications très précises sur l'ensemble des superpositions et sur l'allure des couches.

Nous y relevons la coupe suivante :

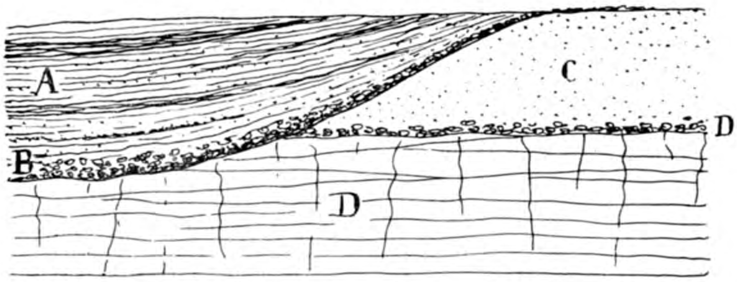


FIG. 4. — *Coupe dans les exploitations d'Erith.*

A. Ensemble de couches constituées comme B, C, D et E de la coupe précédente, c'est-à-dire montrant des sables verts plus ou moins grossiers, très stratifiés, entrecoupés de lits graveleux et de lentilles glaiseuses, avec *Corbicula fluminalis* et autres espèces vers la partie inférieure . . . . 0m,00 à 15m,00

B. Cailloutis de gros rognons de silex et de silex roulés . . . . . . 0m,20 à 0m,50

C. *Thanet sands*, équivalent du Landenien inférieur de Belgique . . 10m,00

D. Craie blanche à silex; visible sur 12m,00

Ici, nous observons très bien le cailloutis de base des couches à Corbicules et nous constatons que ce cailloutis ravine énergiquement les strates tertiaires et crétacées sous-jacentes.

A la base des couches à Corbicules, dans le cailloutis, M. Rutot rencontre d'assez nombreux rognons de silex portant des traces d'utilisation comme percuteurs.

M. Rutot reconnaît là, très nettement, la plus ancienne industrie quaternaire, c'est-à-dire l'industrie reutelienne, qu'il a rencontrée en position stratigraphique semblable dans la vallée de la Lys, aux environs d'Ypres, dans le cailloutis de base du Moséen de la terrasse supérieure.

Du reste, la présence abondante de restes d'*Elephas antiquus*, signalée par M. Whitaker dans les couches à Corbicules, est une indication très précise de leur grande ancienneté et oblige à les rapporter soit au premier glaciaire, soit à l'interglaciaire.

M. Whitaker dit que les exploitations d'Erith ont fourni non seulement l'*Elephas antiquus*, mais aussi le Mammouth.

Une coupe, observée peu après, a montré l'explication de ce fait. Cette coupe montre :

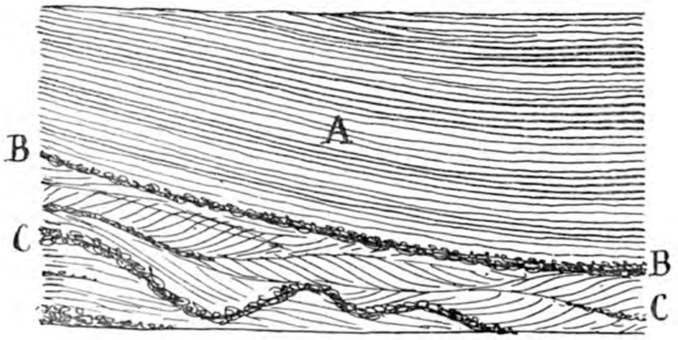


Fig. 5. — *Coupe dans les exploitations d'Erith.*

A. Limon sableux, brun foncé, altéré, assez régulièrement stratifié, qualifié de *brickearth* (terre à briques) par les auteurs anglais . . . . . . $5^m,00$ à $10^m,00$

B. Lit de cailloux de silex, les uns roulés, les autres anguleux, continu. $0^m,20$ à $0^m,30$

C. Sables verts très stratifiés, plus ou moins grossiers, avec nombreux lits graveleux et caillouteux, avec linéoles argileuses et coquilles de la faunule à *Corbicula fluminalis*, visibles sur . . . . . . $2^m,50$

D'après M. Whitaker, bien que différente des précédentes, cette coupe est homogène et représente simplement, à la partie supérieure, un facies de sédimentation plus régulière que dans les coupes précédentes.

M. Rutot ne peut admettre cette opinion.

Il voit très nettement dans le dépôt supérieur A, l'équivalent exact du limon hesbayen de Belgique, un peu plus sableux, tel qu'il se montre dans la Flandre.

Il y a donc ici superposition du limon hesbayen sur les couches sableuses, argileuses et caillouteuses du Moséen.

Examinant le lit de gravier qui sépare la masse du limon des couches à Corbicules sous-jacentes, M. Rutot en retire quelques silex, dont l'un a une forme mesvinienne et dont l'autre est ce que l'on appelle un « éclat Levallois », dans le bassin de Paris.

Or, ces éclats Levallois accompagnent les haches en amande du type acheuléen.

D'autre part, en Angleterre, comme en France et en Belgique, les silex du type acheuléen sont intimement liés à la faune du Mammouth,

d'où il suit que les ossements rapportables au Mammouth et provenant d'Erith, ont certainement été recueillis dans le gravier à silex acheuléen, base du limon, tandis que les très nombreux débris de la faune de l'*Elephas antiquus* proviennent des couches à Corbicules.

Les géologues anglais présents se montrent généralement sceptiques au sujet des spécimens de l'industrie reutelienne recueillis par M. Rutot. Celui-ci ne s'en étonne nullement, la découverte et la compréhension de cette industrie étant encore trop récentes.

Quant à lui, sa conviction est faite, et il attendra patiemment les résultats des recherches qui seront faites par les spécialistes anglais. On ne peut du reste juger de faits de cette importance sur quelques spécimens rencontrés ainsi au hasard.

Avant de quitter les exploitations d'Erith, les excursionnistes se sont encore arrêtés devant une coupe intéressante, dont rend très bien compte la photographie (fig. 3 de la planche XIX).

Au sommet des couches à Corbicules se voient des contournements bizarres, dont la forme rappelle des ravinements, mais à contours exagérés. Les creux sont remplis de cailloux et d'une sorte de limon.

Une discussion s'engage au sujet de ce phénomène.

M. Rutot dit y retrouver exactement la disposition déjà observée, principalement dans la Flandre, où les dépôts moséens et le sommet des couches tertiaires sont contournés de la même façon qu'à Erith.

L'étude de ce phénomène, par M. Rutot, lui a montré qu'il est bien question de véritables plissements, qu'il y a lieu de rapprocher des contournements bien plus considérables, que l'on rencontre sur la côte de Cromer et en Hollande, où les couches glaciaires du Moséen ont été violemment plissées et contournées par le mouvement de translation horizontal des glaces.

Ici, comme en Flandre, et dans le bassin de Paris, où les mêmes contournements sont visibles (Abbeville, Saint-Acheul, Chelles, etc.), il n'y a pas lieu d'invoquer l'action glaciaire proprement dite; mais il se peut très bien que, pendant les hivers du deuxième glaciaire, — car ce sont toujours les couches du premier glaciaire et de l'interglaciaire qui ont été contournées, — des masses de neige, accumulées le long des pentes, ont glissé sur ces pentes, entraînant le contournement de la partie supérieure du sol qui y adhérait.

A Erith, il était du reste aisé de reconnaître qu'il n'y avait pas ravinement, mais une série de plissements parallèles, semblables à des vagues successives.

En effet, à la paroi sur laquelle les rides étaient visibles, aboutissait

une paroi perpendiculaire où rien de semblable ne se voyait. Au lieu d'un contact très ondulé, on constatait au contraire un contact rectiligne, comme le montre à gauche le croquis ci-contre :

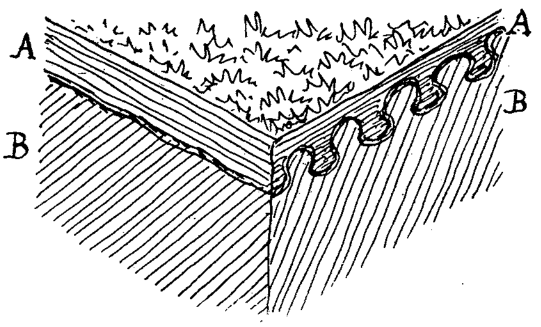


FIG. 6. — A. Couche limoneuse et caillouteuse très contournée sur une face, rectiligne sur l'autre face. — B. Couches à *Corbicula fluminalis*.

Débarrassée de la couche supérieure A, la surface du sol montrerait donc une série d'ondulations parallèles, semblable au croquis ci-après, qui explique très bien le phénomène.

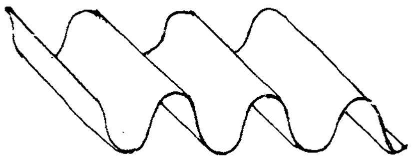


FIG. 7. — *Allure schématique du mode de contournement dû aux pesées et aux glissements glaciaires, etc.*

M. Prestwich et d'autres auteurs anglais interprètent comme M. Rutot ces singuliers plissements.

D'autres avis ont également été émis, mais il a semblé que la généralité des membres présents s'est ralliée à l'opinion exposée depuis longtemps par le prof. J. Prestwich et défendue par M. Rutot.

Les excursionnistes ont visité ensuite les belles et grandes carrières, dites *Crayford Pit*, où des coupes de terrain quaternaire, de *Thanet Sand* et de craie, ont encore fait l'objet de nos études.

Après ces constatations si intéressantes et qui ont fait l'objet des conversations au retour, les excursionnistes ont repris le train pour Londres, et nos confrères, en rentrant à l'hôtel, y ont rencontré M. Gibbs, un des membres de notre Société qui, nous sachant à Londres, était venu nous saluer et prendre de nos nouvelles.

Quatrième journée. — Dimanche 10 septembre.

Visites à Hampton-Court, Kew et Richmond.

Le dimanche, jour de repos, a été consacré, comme le veut le *Baedeker*, à visiter le palais et les galeries de Hampton-Court, le jardin botanique merveilleux de Kew et les beaux parcs de Richmond.

M. et Mme Teall s'étaient fait un devoir de venir nous y recevoir, ainsi que M. Gibbs. Journée splendide, — comme toutes celles que nous avons eu à passer en Angleterre, — très agréable et très intéressante, qui s'est terminée par un dîner au *Queen's Hotel*, à Richmond, et une visite en voiture de ce merveilleux parc, le soir.

Cinquième et sixième journées. — Lundi 11 et mardi 12.

Le lundi et le mardi, nous nous sommes divisés par moitié : les uns ont visité les musées; les autres ont suivi les excursions hydrologiques. Ici, de nouveau, j'ai à signaler l'extrême amabilité des membres les plus en vue des sociétés savantes de Londres, qui se sont entièrement mis à notre disposition pour nous faire les honneurs des établissements scientifiques.

C'est ainsi que, tandis qu'au *British Museum* M. Read, l'éminent conservateur de la Section d'archéologie préhistorique, se faisait le guide de nos compatriotes, dans cette partie qui les intéresse à un si haut point; au musée de South Kensington, c'était le célèbre Henry Woodward qui, avec le concours de ses principaux collaborateurs, faisait passer en revue des richesses paléontologiques incomparables, qu'on ne voit nulle part ailleurs aussi complètes.

Enfin, le Service géologique de la Grande-Bretagne et de l'Irlande a été visité sous la conduite du Directeur général lui-même, Sir Archibald Geikie, qui, dans un petit speech, répondant à l'allocution de son collègue de Belgique, a bien voulu rappeler l'ancienne amitié qui le liait à ce dernier, et le plaisir que lui procurait la visite des géologues belges.

Ceux des excursionnistes qui suivaient la partie hydrologique, se sont embarqués le lundi matin, sous la conduite de M. W. Whitaker, à *Liverpoolstreet Station*, pour Waltbamstow, au nord de Londres, sur la rivière Lea, pour y visiter une des stations de distribution d'eau de la

East London Water Works C°, une des plus anciennes existantes. Il y a, en effet, plus d'un siècle et demi qu'elle fournit de l'eau à la ville de Londres.

On sait que la distribution d'eau dans le comté de Londres et aux environs est presque entièrement entre les mains de huit compagnies, qui desservent un territoire de 620 milles carrés, avec cinq millions et demi d'habitants. Ces compagnies fournissent pendant une année une quantité d'eau d'environ 400 milliards de litres, soit un peu plus de 1 milliard de litres par jour. Dans ce total, il y a 60 °/₀ des eaux qui proviennent de la Tamise. Chaque habitant reçoit, en moyenne, 175 litres par jour.

La *East London Water Works C°* a plusieurs stations d'alimentation; c'est l'une d'elles que nous allons visiter.

Nous nous rendons tout d'abord au *Lea Bridge Station*. L'installation générale comporte l'alimentation par les eaux de la craie, en même temps que par les eaux de la rivière Lea.

Les premières sont soutirées d'un réservoir profond, situé dans la craie même, par des pompes aspirantes et foulantes, pouvant les envoyer directement dans la canalisation, ou les mélanger avec les eaux de la Lea dans les bassins filtrants. Dans ce cas, elles peuvent être reprises encore par des pompes foulantes, qui les envoient dans la canalisation.

Le puits principal a 12 pieds de diamètre et descend jusque 200 pieds de profondeur sous le niveau du sol (1). Il s'arrête là dans la craie supérieure, au milieu d'une masse assez compacte et peu fissurée. A ce niveau, qui fut celui des premières recherches d'eau, on créa une série de galeries horizontales de 6 pieds sur 6 pieds de section, rayonnant autour du puits et s'embranchant à leurs extrémités opposées à une série de galeries dirigées dans divers sens. L'étendue de ces galeries et leur section ne sont pas déterminées par le débit que l'on veut obtenir. La section est celle qu'il faut pour permettre aux hommes de travailler à l'avancement, et d'y circuler avec une berline, pour l'enlèvement des roches du front. Une pompe aspirante, marchant à faible allure pour épuiser les eaux de suintement pendant le creusement, est installée dès le début du fonçage du puits, au-dessus de celui-ci.

Les galeries sont creusées et prolongées dans divers sens, jusqu'au

(1) Mesures anglaises : 1 pouce = $0^{m},0254$; 1 pied = $0^{m},305$; 1 gallon = $4^{l},544$; 1 acre = $0^{h},4047$.

moment où un heureux coup de pioche fait communiquer les galeries avec une veine aquifère.

Dès ce moment, tous les hommes du fond remontent en toute hâte, et les eaux, gagnant de proche en proche, envahissent tout le réservoir. Il n'y aura plus qu'à faire marcher la pompe à son allure normale.

Dans le cas présent, au niveau dont il s'agit, après avoir développé les galeries horizontales sur plus d'un tiers de mille sans rencontrer de veine d'eau, on s'est décidé à recommencer le même travail à un niveau plus élevé de 60 pieds. Là, après avoir creusé des galeries horizontales d'un développement total de cinq-douzièmes de mille, on a rencontré une venue d'eau. Le niveau de ces galeries est donc à 140 pieds sous le sol, à la base d'une masse de craie de 80 pieds d'épaisseur, surmontée de 60 pieds de morts terrains. Les galeries du niveau inférieur se sont remplies d'eau, et forment ainsi réservoir accumulateur. Le plus bas niveau des eaux ne paraît pas descendre sous 140 pieds de la surface. Le niveau se tient normalement à 35 pieds de celle-ci. La pompe puise de 2,750,000 à 3,000,000 de gallons par vingt-quatre heures, avec une vitesse de quinze à vingt coups par minute. La pompe est simplement aspirante à balancier. La tige de pompe est en bois, et se meut par l'action directe de la vapeur sur le piston placé à l'extrémité opposée du balancier.

Le puits a été commencé il y a douze ans et terminé avec ses deux niveaux de galeries cinq ans plus tard, de sorte qu'il fonctionne depuis sept ans. Le coût du puits seul a été d'environ 12,000 livres sterling, et celui des galeries 13,000 livres sterling. Le cuvelage est continu et se compose d'une série de tronçons cylindriques en fonte de 12 pieds de diamètre, 12 pieds de hauteur et d'une épaisseur de 1 pouce. Les collets d'assemblage des tronçons l'un à l'autre ont 2 pouces d'épaisseur, et sont fortifiés par des raidisseurs de même épaisseur.

Les eaux qui proviennent de ce puits titrent généralement 17° Clark, tandis que celles de la rivière en titrent 22. Le mélange des deux eaux dans les bassins se fait avec 20 °/₀ d'eau de la craie et 80 °/₀ d'eau de rivière; ce qui donne une moyenne de 21° hydrotimétriques.

Une série de pompes existent pour aspirer et refouler les eaux des réservoirs filtrants dans les réservoirs de mélange ou dans la canalisation.

Nous visitons les machines aspirantes et foulantes horizontales *Duke* et *Duchess*, toutes deux du type compound à deux cylindres; le cylindre à haute pression ayant 23 pouces de diamètre, l'autre 39 pouces.

Les pompes sont à plongeurs de 27 pouces de diamètre; elles puisent l'eau hors des filtres pour l'envoyer directement dans la canalisation de la distribution urbaine, sans intermédiaire de château d'eau.

Ce mode de distribution direct a, paraît-il, beaucoup d'avantages, parmi lesquels il faut citer celui de révéler immédiatement à la station les accidents qui pourraient se produire dans la canalisation, et de permettre d'y porter remède aussitôt. Ces variations se marquent automatiquement au diagramme des pressions placé sur le cylindre accumulateur. Nous y remarquons une grande constance de pression.

Nous visitons ensuite la machine horizontale aspirante et foulante *Prince Consort*, ayant aussi pour but d'aspirer l'eau des bassins filtrants et de l'envoyer directement dans la canalisation. Elle est à triple expansion, les cylindres ayant respectivement 21 $^1/_2$ pouces, 33 pouces et 56 pouces avec une course de 3 pieds et 3 pouces. Les pistons font vingt coups par minute et puisent 361 gallons par tour. Elle peut envoyer par jour 14,000,000 de gallons dans la canalisation.

Il faut y ajouter la grande machine verticale à balancier *Victoria*, qui prend 4^{m},500 cubes par coup. Cette machine était la plus grande du genre construite lors de son installation, c'est-à-dire en 1850. Son cylindre a 100 pouces de diamètre; sa course est de 11 pieds et le diamètre de la pompe est de 30 pouces.

Enfin nous voyons une machine récente, aspirante et foulante, horizontale, à triple expansion compounded, à cylindres placés en flèche, qui sert provisoirement à épuiser l'eau de suintement d'un puits en forage.

Le puits dont il s'agit est un nouveau puits dans lequel on est, comme dans le précédent, descendu jusque 200 pieds sous la surface du sol dans l'intention de créer à ce niveau un réseau de galeries horizontales rayonnant autour du puits. On en est au creusement des galeries. Nous voyons remonter au jour des berlines chargées de craie très blanche, très imbibée d'eau, et renfermant une infinité de veinules où la calcite s'est déposée en cristaux. Le développement des galeries horizontales atteint aujourd'hui 13,000 pieds. La principale se dirige vers le bord ouest de la concession; elle sera assez longue, de sorte qu'on pourvoit à sa ventilation par le forage d'un sondage de 6 pouces de diamètre qui ira la recouper. Si le hasard veut que ce sondage rencontre une crevasse aquifère dans la craie, les eaux s'écouleront dans les galeries du fond et se réuniront au fond du puits.

On ne compte nullement rencontrer les eaux dans les travaux actuels; mais seulement plus tard, lorsque l'on créera, à une profon-

deur de 140 pieds sous le sol, un second système de galeries comme dans le premier puits.

Ce dernier et celui actuellement en construction seront plus tard mis en communication, l'un et l'autre, à leurs deux niveaux de galeries, par un puits commun, situé entre les deux. Il sera en maçonnerie et muni de vannes à chacun des deux niveaux, de façon à pouvoir isoler ou faire communiquer ensemble les deux réservoirs du fond et pomper les eaux soit d'un seul, soit des deux réunis, par l'une ou l'autre des pompes actuelles.

Quant aux eaux de surface, elles sont prises à la rivière Lea, dans les environs de Chingford, à une distance des bassins filtrants de 5 milles vers le nord, au point de jonction de deux embranchements de la rivière. L'eau y est prise par des écluses et dirigée dans d'immenses réservoirs de décantation communiquant entre eux, de telle façon que l'eau prise à la rivière doive circuler par sa propre gravité à travers une série de bassins et parvenir finalement à un grand canal-aqueduc et descendre par ce dernier jusque dans les bassins filtrants de la station de *Lea Bridge*. Ces derniers sont au nombre de vingt-cinq et couvrent une étendue de 25 acres. La matière filtrante est du gravier et du sable. Le temps que mettrait une goutte d'eau à parcourir ce cycle serait de vingt-cinq à trente jours.

L'eau peut, pendant ce laps de temps, perdre par oxydation la plupart de ses principes morbides et, par dépôt, les matières en suspension.

Le but que les compagnies anglaises cherchent à atteindre dans ce système qui leur est propre, c'est de laisser faire le plus possible par la nature.

Le nombre des réservoirs actuels est de dix, ayant une superficie totale de 319 acres et une capacité de 1,200,000,000 gallons avec une profondeur de 3 mètres environ.

Lorsque les deux nouveaux réservoirs en construction seront terminés, il y aura une superficie totale de 480 acres et une capacité de 2,400,000,000 gallons.

Les eaux de la rivière sont dérivées de leur lit vers les bassins; à l'extrémité de la série des bassins se trouve un siphon au moyen duquel les eaux sont aspirées dans un tunnel de 4 pieds 6 pouces de largeur sur 5 pieds 6 pouces de hauteur; puis elles passent par un compteur Venturi de 48 pouces, enregistrant jusque 60,000,000 de gallons par jour; et enfin elles se déversent dans le canal-aqueduc et sont menées jusqu'aux filtres.

Le grand inconvénient de ce système est la terreur qu'ont les habitants des eaux de crue (*flood waters*). Lorsqu'une crue se produit dans la rivière, les eaux se troublent. Il faut alors les laisser s'écouler sans les faire entrer dans les bassins; d'où la nécessité de créer encore, à proximité des bassins, un canal de dérivation.

La construction des bassins se fait économiquement, en choisissant, pour leur emplacement, un sol argileux compact. C'est le cas ici, où le fond est de l'argile de Londres (*London Clay*) ou argile ypresienne. Les berges ont une section trapézoïdale et sont faites d'assises successives de $0^{m},30$ d'épaisseur d'argile compacte, arrosée abondamment et bien damée. Lorsque le bassin a quelques années de service, on revêt souvent les berges de béton ou de briques maçonnées au mortier de ciment.

Les autres ouvrages, tels que siphons, tunnels, aqueducs, etc., sont maçonnés et cimentés.

Nous avons longé, de *Lea Bridge Station* à Walthampton, le canal-aqueduc cité plus haut, ayant 1 mille de longueur, et nous sommes arrivés ainsi près d'un nouveau puits en construction. Ce puits a atteint actuellement une profondeur de 200 pieds avec un diamètre de 10 pieds. Il n'est encore descendu que de 44 pieds dans la craie, les 156 pieds supérieurs étant des morts terrains.

Ce puits, quoique sans galeries, donne déjà un million de gallons d'eau par vingt-quatre heures.

L'eau qui en provient est d'une couleur vert jaunâtre très clair. On en rassemble une partie, à titre expérimental, dans des réservoirs (*softening tanks*) pour lui faire subir divers essais d'adoucissage. Les travaux d'approfondissement se poursuivent actuellement. On se propose de créer des galeries horizontales au niveau de 200 pieds sous le sol et de faire dans ces galeries une série de sondages verticaux de 6 pouces de diamètre, descendant de 300 pieds plus bas que la galerie. M. Brouhon, ingénieur de la ville de Liége, se trouve très étonné de rencontrer dans ce système l'idée qu'il avait émise et préconisée pour la recherche des eaux dans le terrain crétacé de Liége.

L'augmentation du nombre des puits et des réservoirs de décantation permettra à la Compagnie de développer encore son réseau d'alimentation en eau potable. A l'heure présente, elle alimente environ 1,250,000 habitants, qui reçoivent par jour 35 gallons (145 litres). Elle envoie par jour 45,000,000 de gallons dans son réseau. C'est la plus forte compagnie alimentant Londres. Elle assure à elle seule un quart de la consommation d'eau de Londres.

Il est l'heure de déjeuner. M. W. B. Bryan, ingénieur en chef de la Compagnie, vient nous saluer et nous inviter à accepter le lunch qu'il a fait servir en notre honneur. C'est toujours avec la même amabilité que nous sommes reçus; aussi M. Kemna s'est-il empressé de transmettre à ces messieurs l'expression de nos meilleurs remercîments.

L'après-dîner fut réservée à la visite des travaux de construction de deux nouveaux réservoirs de décantation. Les compagnies anglaises des *Water Works* ne cherchent pas à subdiviser leurs réservoirs en une série de bassins successifs; au contraire, elles trouveraient avantage à en construire un seul grand ; mais il faudrait pour cela la place et les autorisations requises. Or, s'il est possible, à force d'argent, d'acheter l'emplacement voulu, il n'est pas toujours aussi simple d'obtenir une autorisation du Parlement, juge souverain en la matière.

Déjà en 1894, la *East London Water Works C°* se vit refuser l'autorisation de construire trois nouveaux réservoirs projetés. Elle revint à la charge l'année suivante, et ce n'est qu'après bien des difficultés qu'elle parvint à obtenir l'autorisation demandée. Ce sont les réservoirs dont nous allons voir les travaux de construction.

Plusieurs compagnies de *Water Works* réunies ont obtenu, non sans certaines difficultés, l'autorisation de construire à frais communs un réservoir de 200 hectares, actuellement en voie d'achèvement.

Ce n'est pas ici le lieu de reproduire les singulières polémiques auxquelles donna lieu, entre les compagnies et le *County Council*, la construction de ces réservoirs. M. W. B. Bryan nous entretint longuement sur ce sujet, tout en nous conduisant vers le chantier des travaux.

Décrire ceux-ci en détail serait réellement trop long, et nous n'avions d'ailleurs pas le temps de les visiter à l'aise.

La coupe générale est la suivante :

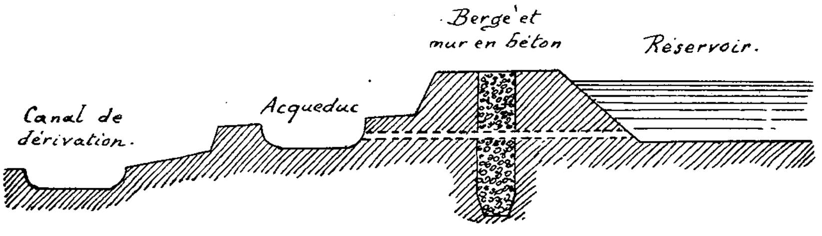


Fig. 8.

Les berges sont en argile damée revêtue de béton de gravier (*concreet*), ou en briques du Staffordshire (*blue bricks*), ou en moellons de grès (*sandy limestone*) du *Greensand*.

Un mur en béton descendant sous le niveau du fond du réservoir court tout le long des berges.

Les fouilles faites pour descendre son pied jusque sous le niveau du mauvais terrain composé de gravier et de sable boulant (*quick sand*) sont très intéressantes. Dans le haut, les travaux se font dans un limon quaternaire chargé de silex néolithiques (*flint neolithic implements*). On s'arrête lorsque le pied a atteint et pénètre dans l'argile de Londres. A côté du réservoir est un canal de dérivation pour le *flood water* et un aqueduc destiné à mener les eaux des réservoirs aux bassins filtrants. Le premier est fait en béton recouvert de briques maçonnées et le second en béton seulement.

Les installations mécaniques seront faites pour pomper 500,000 mètres cubes par jour au moyen de turbines électriques. La puissance totale de la machine motrice sera de 500 chevaux-vapeur.

Après une dernière collation offerte dans l'après-diner par M. Bryan au bureau des travaux, nous avons été ramenés à Tottenham par train spécial, rapidement organisé en plaçant quelques bancs dans un wagon de terrassement.

C'est le soir de ce même jour que nous étions invités par les Présidents de la Société géologique de Londres et de la *Geologists' Association* à une réception à Burlington House, à 8 heures.

M. J. J. H. Teall et sa charmante femme faisaient les honneurs de la soirée, et M. W. Whitaker, qui n'avait cessé de se dépenser pour nous dans la journée, était encore ici le premier à s'occuper de nos présentations aux sommités du monde géologique qui s'étaient fait un devoir de venir nous y saluer.

Il avait été installé là tout ce qui pouvait être de quelque intérêt pour nous.

C'est ainsi, par exemple, que nous y trouvions les cartes géologiques détaillées des régions que nous avions parcourues, et des brochures dont une grande partie nous ont été offertes.

Ici, M. G. J. Hinde avait préparé des coupes microscopiques nous permettant de voir les spicules de spongiaires rencontrés vendredi dans les *Greensands* et les cherts de Tilburstow; là MM. A. E. Salter et P. A. B. Martin exposaient leurs belles collections de silex taillés; enfin, parmi d'autres objets intéressants, se trouvait l'os d'éléphant rencontré le samedi dans les sables moséens d'Erith. On s'était empressé de le déterminer et de le confronter avec la pièce similaire du Musée. Je ne puis omettre de mentionner ces détails, parce qu'ils sont de nature à faire comprendre de quelle sollicitude empressée nous étions l'objet à chaque instant et en toutes choses.

Mardi 12 septembre.

Le mardi, les mêmes excursionnistes se sont rendus aux *Sewage works*, c'est-à-dire aux installations d'épuration des produits d'égouts de Londres, toujours sous la conduite de M. W. Whitaker.

A sa demande, le *County Council*, représenté par M. J. Th. Biggs, assistant-chimiste, nous invitait à nous rendre dans son *steam launch*, le long de la Tamise, aux installations de Barking Creek, à gauche, et de Crossness, à droite de la Tamise, à l'est de Londres; la première recevant les produits du nord de la cité; la seconde ceux du sud.

La première installation dessert 60 milles carrés avec une population de 3,000,000 d'habitants. On y reçoit par vingt-quatre heures 490,000 mètres cubes de matière liquide, que l'on traite par la chaux et le sulfate ferreux. Après un bon mélange, la masse est décantée. Les résidus solides sont portés à plusieurs milles en mer, tandis que les eaux purifiées sont rendues à la rivière. La masse amenée par l'égout de la ville a une composition assez fixe, ne variant que de 15 à 20 % dans ses quantités relatives. Elle est à peu près la suivante en grains par gallon :

Matières solides	100 00 %
Matières en suspension	30.00
Chlorures	15.00
Ammoniaque libre	3.00
Ammoniaque combinée	0.25 à 0.40
Ammoniaque absorbée en quatre heures par le permanganate	2.5 à 5.00

Elle est reçue dans un aqueduc où se déverse continuellement un lait de chaux non mousseux à saturation, en proportion de 4 kilogrammes pour 70 mètres cubes de matières. A une distance de 300 mètres au delà, afin de permettre au mélange de s'effectuer, on y ajoute encore une solution de sulfate ferreux, introduisant dans la masse 1 kilogramme de sulfate par 70 mètres cubes.

Enfin, à 700 mètres plus loin, le mélange se rend dans un nouvel aqueduc, d'où partent treize canaux de décantation perpendiculairement à sa direction. L'extrémité opposée de ces canaux communique avec le fleuve. Chacune des deux extrémités est munie de vannes permettant de les mettre en service ou hors service à volonté. Des treize canaux,

neuf sont couramment en service. Les matières semi-liquides y entrent par l'ouverture des vannes, y circulent avec une vitesse très faible de 4 à 5 centimètres par seconde, grâce à la grande section de ces canaux; à la sortie se trouve un barrage assez élevé pour retenir toutes les boues déposées dans le fond pendant un laps de temps de quarante-huit heures, temps pendant lequel dure le service d'un canal. Après cela, les vannes sont fermées et la vidange du canal commence. Pour cela, un ouvrier ouvre une soupape dans le fond du radier du canal à son extrémité d'aval, vers laquelle le fond est un peu incliné. L'écoulement naturel des boues semi-liquides est facilité par le raclage du fond au moyen de rateaux en bois.

Ces boues s'écoulent dans un grand puisard, d'où elles sont reprises par pompage et refoulées dans un immense réservoir surélevé en forme de bateau. De ce réservoir, elles peuvent s'écouler de nouveau par leur propre gravité, au moyen de gaines en tôle, dans des bateaux transporteurs (*sludge vessels*) qui les mènent en mer, à 25 milles de la côte.

La station du Sud est nouvellement et superbement installée. Elle dessert 88 milles carrés avec une population de 2,000,000 d'habitants et reçoit 360,000 mètres cubes par vingt-quatre heures. La méthode générale est la même que la précédente; mais les installations ont été faites pour permettre un grand développement dans l'avenir et faciliter les opérations. Pour cela, dès l'arrivée à l'usine des matières liquides des égouts, une pompe puissante les élève depuis 3 pieds sous le niveau du sol jusque 6 pieds au-dessus, c'est-à-dire à un niveau tel que toutes les opérations subséquentes puissent se faire par gravitation. Le mélange se fait dans une grande cuve. Les canaux de décantation sont plus larges et plus nombreux. Les produits y circulent aussi plus lentement.

Cette usine possède de superbes machines, parmi lesquelles une pompe à vapeur à quatre pistons plongeurs d'une grande puissance.

On y possède un beau laboratoire et toutes les installations nécessaires pour y préparer le lait de chaux et les solutions de sulfate ferreux. Des essais en grand d'épuration des eaux par les procédés biologiques y sont également entrepris.

Nous avons déjeuné à bord du *steamlaunch* après avoir terminé nos deux visites, pendant que le capitaine nous menait faire une promenade vers l'embouchure de la Tamise jusqu'en vue de Gravesend, près d'Erith. Vers 3 heures, il a viré pour nous ramener à Londres vers 5 heures.

Notre séjour à Londres prenait fin. Nous devions nous retrouver à

Douvres, le lendemain, mercredi. Plusieurs de nos confrères nous ont quitté à ce moment, et c'était bien à tort. Douvres devait, en effet, présenter tout autant d'intérêt que Londres, et il eût été désirable d'y voir notre Société plus largement représentée.

SEPTIÈME JOURNÉE. — MERCREDI 13 SEPTEMBRE.

Visite de Londres et des musées. Rendez-vous à Douvres.

Quelques-uns d'entre nous profitèrent de cette journée pour visiter Londres; d'autres, qui avaient suivi les excursions hydrologiques, se rendirent dans les musées qu'ils n'avaient pas pu visiter. Chacun se rendit à Douvres dans l'après-dîner. Dans cette ville devait se tenir le meeting annuel de l'Association britannique pour l'avancement des sciences, lequel retenait, plus qu'à Londres, les hommes de science. Aussi, devons-nous d'autant plus remercier ceux d'entre eux qui ont bien voulu se charger d'organiser et de diriger nos courses journalières dans cette région.

La première, celle du jeudi, à Hastings, fut dirigée par M. W. Whitaker; la seconde, à Herne-bay, fut conduite par MM. J. Starkie Gardner et W. Whitaker, et la troisième, celle du dimanche, à Folkestone, par MM. J. J. H. Teall, W. Whitaker et M. W. Lamplugh.

Avant d'entamer la description sommaire de ces courses, je me permettrai de rappeler qu'une foule d'avantages nous avaient été réservés partout, grâce à la carte de membre associé de la *British Association*, qui nous avait été offerte. Elle nous donnait accès au *Garden Party* offert par M. le Président du Conseil du Collège; à la *Conversazione*, au Town Hall, offert par M. le Maire et Mme la Mairesse de Douvres; au *Smoking Concert* du vendredi soir; sans compter qu'elle nous donnait libre entrée partout, tant dans les usines et aux chantiers de sondage pour la recherche de la houille que sur les grands travaux des quais. Elle nous permettait encore de visiter les croiseurs cuirassés anglais qui se trouvaient en rade de Douvres. Des guides dans Douvres et Canterbury, ainsi qu'une carte géologique de la région, nous avaient été gracieusement offerts.

Je me hâte d'ajouter que si nous avons joui de tant d'avantages, nous le devons, en majeure partie, au soin qu'à mis M. E. Van den Broeck à organiser cette excursion.

Huitième journée. — Jeudi 14 septembre.

Course à Hastings.

La course du jeudi devait nous faire voir, sur les côtes de Hastings, les assises inférieures du *Weald*, c'est-à-dire les *Hastings Beds*, reposant sur le Purbeck ou Portlandien, lequel forme une limite assez mal définie entre le Crétacé inférieur et la partie supérieure du Jurassique.

En quittant Douvres par le train de 9 $^1/_2$ heures, nous rencontrons successivement la *craie*, le *Gault* et le *Lower Greensand*, que nous suivons jusqu'à Ashford; puis le *Weald Clay* et les *Hastings Beds*. Non loin de Folkestone, nous voyons le sondage de Douvres.

Le temps nous a manqué pour visiter ce travail; mais les explications très intéressantes, données par M. W. Whitaker à ce sujet, méritent d'être rapportées ici. Les premières recherches de la houille ont été faites à *Channel Tunnel*, entre Douvres et Folkestone. Elles ont été commencées en 1886 par Sir Edward Watkin, sur les indications fournies, déjà en 1857, par Godwin Austen et confirmées plus tard, en 1875, par le célèbre Prestwich.

Le forage traversa la craie inférieure, le *Gault*, les *Lower Greensands*, le *Weald*, le Jurassique oolithique et le Liasique. On rencontra les premiers schistes houillers à environ 360 mètres sous le niveau de la mer.

Le sondage a été descendu à 700 mètres, rencontrant successivement douze couches de houille, dont les premières n'avaient que $0^m,15$ à $0^m,20$ d'épaisseur. Celles du fond atteignent, par contre, des épaisseurs de $0^m,60$, $0^m,75$ et même de $1^m,20$ pour la dernière.

Le total des couches forme une épaisseur de houille de $7^m,50$. Les couches sont peu inclinées. Cette houille est très bonne pour les usages domestiques.

Il semblerait plus avantageux de faire ces essais de sondage au nord de Hastings, là ou le Crétacé a moins d'épaisseur; mais il n'en est pas ainsi, à cause de l'épaisseur considérable que présentent là les couches sous-jacentes comprises entre le Crétacé et le houiller. La *Kent Coal Corporation C°* essaya un sondage à Brabourne, au nord-ouest de Folkestone, mais sans succès. On l'arrêta en 1898 à 650 mètres de profondeur sur le terrain devonien.

Enfin, un troisième sondage a été commencé en 1897 à Ropersole, à 9 milles au nord-ouest de Douvres. On y a rencontré les mêmes

couches supérieures qu'à Douvres, c'est-à-dire celles de 0m,15 et 0m,20 d'épaisseur, mais à une profondeur de 400 mètres sous le niveau de la mer, ce qui, à cet endroit, est à 500 mètres sous le niveau du sol. On a traversé à présent plus de 65 mètres de terrain houiller.

De même qu'à Douvres, les couches sont presque horizontales. Cette horizontalité doit provenir, pense-t-on, de ce qu'on se trouve sur l'arête d'un synclinal, comme en France et dans le Somerset. La limite probable de la houille est figurée sur la carte (pl. XVIII, annexée au présent compte rendu).

En débarquant à Hastings, nous nous sommes rendus immédiatement à la plage que nous devions longer jusqu'à la Montagne-des-Amoureux au nord-est dans la direction de Fairlight.

Nous rencontrerons successivement, comme l'indique le croquis n° 11, les argiles des *Wadhurst Beds*, formation d'eau douce faiblement représentée; les sables des *Ashdown Beds*, formation d'eau douce assez bien représentée; les argiles du Fairlight atteignant en certains endroits de la côte de très grandes épaisseurs, et le Purbeck dont nous ne voyons que le sommet.

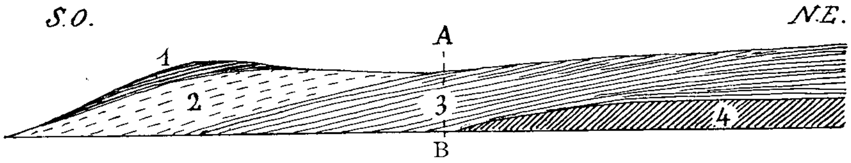


FIG. 9. — *Coupe générale à l'est de Hastings.*

1. *Wadhurst Clay.* — 2. *Ashdown Sands.* — 3. *Fairlight clay* (*Ostrea distorta, Anodon, Paludina*). — 4. *Purbeck.*

Tout l'ensemble devrait être couronné par les sables et argiles des *Tunbridge Wells beds* qui manquent ici, et les assises argileuses du *Weald* de formation d'eau douce.

Sur l'estran, on rencontre de grandes quantités de blocs épars, éboulés. Ils proviennent des assises du *Weald* disparues ainsi que des *Wadhurst Beds*. Ils furent très utilisés autrefois, dans le comté de Kent et de Sussex, comme pierre à bâtir, depuis des temps très reculés qui remontent même jusqu'à l'époque romaine. Les *Ashdown Beds* qui sont les plus largement représentés ici, ont une épaisseur de près de 160 pieds. Ce sont des sables assez fins, compacts, assez argileux et glauconifères. Ils contiennent assez bien de fossiles, lesquels sont souvent cimentés par des hydroxydes de fer et forment ainsi des len-

tilles très dures. Au milieu de ces sables gisent quelques bancs calcaréo-argileux très durs, fournissant une solide pierre de construction de couleur verdâtre, ressemblant aux grès du *Lower Greensand.* Elle est aussi appelée *Iron Stone.* Un tailleur de pierres nous montre, dans son chantier, des pierres portant l'empreinte de belles Cycadées. Les sables sont découpés verticalement par une série de diaclases non seulement sur le bord de la falaise, mais aussi vers l'intérieur des terres. C'est un exemple de terrain meuble et poreux qui filtrerait mal les eaux. En certains endroits, l'allure de cette formation est très semblable à celle des grès crétacés de la Suisse saxonne.

Nous suivons la plage en nous intéressant à une foule d'empreintes existant dans les blocs épars sur l'estran.

Nous voyons sur quelques-uns de belles traces de *ripple marks.*

En avançant vers le nord-est, à l'endroit marqué AB sur le croquis n° 9, nous voyons un cas très intéressant de glissement des terres. Les argiles sont excessivement onctueuses et grasses, très compactes et de couleurs très diverses, passant du rouge au vert et du bleu au jaune pâle. Par leur nature même, elles sont très glissantes et presque mobiles, et forment une assise très instable pour les terrains supérieurs. Aussi, en ce point, un immense paquet de terres, représentant des millions de mètres cubes, s'est déplacé en obéissant à deux mouvements de translation : l'un d'arrière en avant, l'autre de haut en bas, de sorte que l'arrière s'est abaissé tandis que le front s'est relevé.

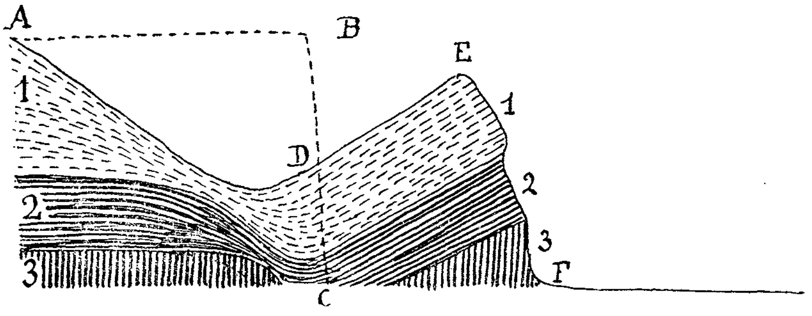


FIG. 10. — *Bouleversement dû au glissement des terres de la position* A, B, C *à la position* D, E, F. — 1. *Ashdown beds.* — 2. *Fairlight clay.* — 3. *Purbeck.*

Sous cette argile se trouve une assise de Purbeck très ligniteux, le lignite étant débité en petits cubes par l'effet de la dessiccation au soleil. Ce lignite ressemble à celui du Bernissartien. Le Purbeck typique renferme à la fois des fossiles marins et des fossiles d'eau douce, mais

ici les organismes marins manquent. Il contient d'excellentes pierres à bâtir, dont nous trouvons beaucoup de spécimens comme pierres tombales dans les cimetières. Elles sont extrêmement chargées de fossiles.

La course se terminait à la Montagne-des-Amoureux, où nous nous sommes installés en plein air sur le flanc de la falaise pour manger nos provisions. Nous avons ensuite pris le chemin du retour en longeant, cette fois, le sommet de la falaise.

Je ne m'arrêterai pas à décrire la beauté ou l'agrément de cette promenade délicieuse, qui ne porte certes pas en vain son nom.

Neuvième journée. — Vendredi 15 septembre.

Course à Herne-Bay et à Reculver.

Le vendredi, nous nous sommes mis en route pour Herne-Bay, au nord de Douvres, sur le bord sud de l'estuaire de la Tamise, pour faire, sous la direction de MM. W. Whitaker et J. Starkie Gardner, la course de Herne-Bay à Reculver.

Du train, nous avons pu remarquer quelques coupes dans la craie et dans les couches de Thanet. Nous avons vu de loin la belle flèche de la cathédrale de Canterbury; nous avons passé devant les puits de la distribution d'eau de cette ville et les bassins d'adoucissage; enfin, après avoir repris le train à Faversham, où nous devions changer de ligne, circonstance qui nous a permis de visiter cette charmante petite ville, nous avons atteint Herne-Bay vers 10 heures.

La course devait se faire par l'estran le long de la falaise; nous devions rencontrer successivement les assises inférieures du *Lower Eocene*, en passant du *London Clay* d'Herne-Bay à la craie sur laquelle repose le *Thanet Sand* à Reculver. Tout près d'Herne-Bay, le sol est fortement surbaissé, et c'est à peine si la falaise s'élève de quelques mètres au-dessus de la plage; elle remonte en rampe douce vers l'intérieur des terres, c'est que son sol est composé de *London Clay*, c'est-à-dire d'une argile calcareuse assez impénétrable par les eaux mais se fissurant par dessiccation, de façon à se laisser très fortement éroder par les agents atmosphériques. Cette argile ne se débite pas seulement ainsi en fragments à proximité du bord de la falaise, mais même dans l'intérieur des terres jusqu'à une distance assez reculée de cette bordure. En suivant le chemin qui se trouve au sommet de la falaise, comme nous l'avons fait au retour, on remarque très bien ce fait. Sur

la plage on peut aussi remarquer la tendance qu'a cette argile à se laisser débiter par suite du retour alternatif des eaux de la mer et de la chaleur du soleil.

Aussi y a-t-il sur cette plage des phénomènes de glissement et d'effondrement de paquets de terres énormes, qui donnent beau jeu à l'érosion. Les sables sous-jacents à l'argile ne sont guère résistants et la mer tendant à gagner sur le continent, il s'ensuit que la limite des terres recule progressivement et d'une façon continue.

C'est ainsi que le village de Reculver, qui s'étendait autrefois beaucoup plus avant dans la mer, a dû reculer de plusieurs kilomètres, et que son église, située autrefois au milieu du village, à une distance de plus d'un kilomètre de la mer, se trouve aujourd'hui entourée par les flots. Elle ne doit sa conservation qu'au solide promontoire empierré qu'on a construit autour de son pied et au système de drainage du sol qu'on a établi à l'entour.

Un peu au delà d'Herne-Bay, la coupe du *London Clay* est bien nettement visible; elle a environ 40 pieds d'épaisseur.

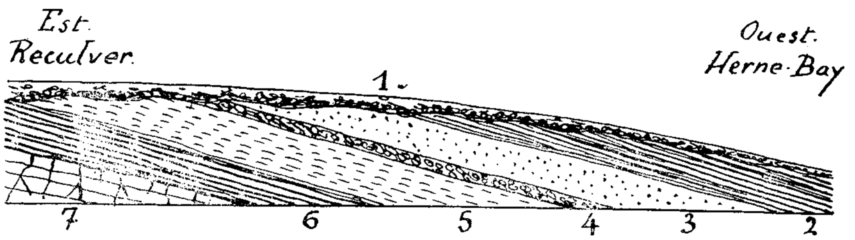


Fig. 11. — *Vue générale de la partie centrale de la falaise entre Hern-Bay et Reculver.*

1. Terrain quaternaire argileux. — 2. London clay. — 3. Oldhaven beds. — 4 Woolwich beds. — 5. Thanet sands. — 6. Argile bleue, base du Thanet sands. — 7. Craie blanche.

La masse renferme, en grande quantité, des septaria, des cristaux de gypse bien formés, souvent en mâcles intéressantes (fer de lance); des pyrites de fer; des branches et des plantes pyritisées et de nombreux fossiles.

M. Starkie Gardner croit que cette argile passe sans transition aux sables sous-jacents qui devraient ainsi rentrer dans la même division géologique; mais MM. E. Van den Broeck et Rutot croient devoir s'opposer à cette façon de voir et pensent qu'il faut considérer, comme en Belgique, les sables sous-jacents comme landeniens, alors que les argiles dont il s'agit sont ypresiennes. M. Van den Broeck croit même

reconnaître quelques petits cailloux roulés vers la base des argiles, ce qui confirme son avis.

Ensuite viennent les sables des *Oldhaven Beds*, déjà rencontrés précédemment et reposant sur une petite épaisseur de sables bigarrés, avec concrétions ferrugineuses et assez rudes. Cette assise doit être considérée comme appartenant au *Woolwich*, bien que cela ne semble pas prouvé d'une façon péremptoire.

Un mince lit de petit gravier sépare ces deux niveaux sableux. Quant aux sables bigarrés de Woolwich, ils semblent ici passer assez insensiblement aux sables plus clairs, plus fins et plus argileux qui se trouvent au-dessous. Ces derniers appartiennent au *Thanet*, que nous avons aussi rencontré précédemment.

Les sables d'Oldhaven, étant fins, plus friables que ceux de Woolwich, sont plus attaquables par les eaux, de façon que le profil de la falaise assez verticale est dentelé comme l'indique le croquis ci-dessous (partie A).

Les hirondelles, nombreuses en cet endroit, y creusent aussi une série de trous, ce qui lui donne l'aspect d'une muraille bombardée. Ces deux facies spéciaux sont très caractéristiques ici.

Le sable de Woolwich de la partie B tranche sur le précédent par son front droit et uni.

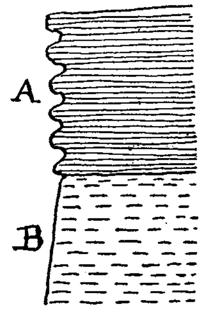


FIG. 12. — *Contact, dans le profil des talus, entre les sables d'Oldhaven* (A) *et ceux de Woolwich* (B).

Dans les niveaux inférieurs du *Thanet sands*, nous trouvons, sur l'estran, une grande étendue d'argile gris bleu très collante, chargée d'une foule de fossiles très friables formant de vrais bancs. C'est là qu'abondent *Cyprina Morrisi, Corbula regulbiensis*, etc.

Tout près de Reculver, nous voyons d'anciens murs romains que nous contournons pour prendre le chemin de retour et gagner Douvres.

Nous nous étions proposés d'offrir un dîner de remerciement à

MM. W. Whitaker, J. J. H. Teall, Starkie Gardner, C. Lamplugh et à M. Le Lorrain, notre aimable vice-consul à Douvres.

Le vendredi fut le jour choisi à cet effet, car M. M. Mourlon, qui devait nous quitter ce soir-là pour se rendre à Calais, tenait tout particulièrement à pouvoir adresser à ces messieurs, comme Président, les vifs remerciements des membres de notre Société et à leur dire jusqu'à quel point nous leur étions obligés.

Ces messieurs, en effet, non seulement nous avaient consacré depuis plus de huit jours la plus grande partie de leur temps, à un moment où le meeting annuel de la *British Association* les réclamait tout entiers, mais nous avaient encore reçus avec une hospitalité sans égale et digne de toute notre gratitude.

Aussi est-ce par des hourrahs répétés que nous avons applaudi à la nomination de M. W. Whitaker comme membre d'honneur de notre Société belge de Géologie, et M. J. J. H. Teall comme membre associé étranger.

Quelques mots de remerciements ont encore été ajoutés par notre Président à l'adresse de notre consul à Douvres, représenté parmi nous par notre vice-consul.

La soirée s'est terminée par le *Smoking Concert*, auquel nous étions conviés et où nous nous sommes rendus en l'aimable société de nos invités.

Dixième journée. — Samedi 16 septembre.

Banquet et visite du château de Douvres.

Le samedi était le jour de l'arrivée à Douvres des membres de l'Association française pour l'avancement des sciences.

La matinée a été consacrée par les uns à visiter Canterbury, par les autres à visiter les travaux de Douvres ou à suivre les conférences scientifiques au « Collège ».

A 1 heure, nous nous sommes rendus au banquet offert gracieusement à tous les congressistes étrangers, et nous avons pu voir sur le menu — comme dans la ville d'ailleurs — le drapeau belge figurer avec la même importance à côté des drapeaux français et anglais, comme si la Science ne tenait pas compte des proportions relatives des différents États.

L'après-dîner, M. W. Whitaker, M. J. J. H. Teall et sa femme, ainsi que plusieurs messieurs et dames géologues, nous ont accompagnés

pour la visite du château de Douvres. M. l'abbé Renard, amené à Douvres par les travaux de la Section de géographie, nous y a retrouvés et nous a aussi accompagnés à l'excursion du lendemain.

ONZIÈME JOURNÉE. — DIMANCHE 17 SEPTEMBRE.

Course entre Folkestone et Hythe.

Cette excursion devait se faire le long de la plage, entre Folkestone et Hythe, pour rencontrer successivement le *Gault* et les diverses assises du *Lower Greensand* comprenant les *Folkestone Beds*, les *Sandgate Beds,* les *Hythe Beds* et l'*Atherfield Clay*.

Elle devait être particulièrement intéressante, non seulement par la succession bien marquée des terrains que nous devions rencontrer, mais surtout par la présence de beaucoup de membres anglais de la *Geologist's Association*, parmi lesquels les géologues les plus éminents du pays.

L'excursion complétait la série des courses précédentes, car nous avons eu l'occasion d'y voir nettement les contacts de l'*Upper Greensand* avec le *Gault*, du *Gault* avec le *Lower Greensand,* des diverses assises de ces derniers entre elles et du *Lower Greensand* sur le *Weald*.

Quant à la craie inférieure, qui repose sur l'*Upper Greensand*, elle paraît dans la falaise un peu plus loin que l'endroit où commençait la course.

Elle est marneuse, douce, jaune et à assises peu épaisses. Elle est fortement recoupée par des diaclases. Sa base, qui est très marneuse et glauconifère, est souvent confondue avec l'*Upper Greensand;* on la voit au haut de la falaise. Dans la craie supérieure se trouvent plusieurs puits naturels remplis de sables rouges diestiens. Toutefois le manque de fossiles dans ce dernier rend sa détermination difficile, et peut laisser quelques doutes quant à son analogie avec le nôtre.

Nous sommes descendus du train à *Folkestone Junction*, et nous nous sommes dirigés en ligne droite vers la plage. Là, du haut de la falaise, et avant de nous engager à descendre, M. W. Whitaker a pris la parole pour nous expliquer, par avance, ce qu'il se proposait de nous faire voir, nous rappelant les relations géologiques qui existent entre la côte française, située vis-à-vis de nous, et la côte anglaise, et nous invitant à considérer du haut de notre observatoire les vastes effets de l'érosion.

Nous avons, en effet, à nos pieds, un immense éboulement des terres vers la mer, préparant, pour plus tard, une énorme échancrure dans la falaise.

La nature, dit M. W. Whitaker, lutte contre nous constamment pour nous enlever du territoire, et elle a tout préparé dans ce but, en assayant la craie et le *Greensand* sur l'argile glissante du *Gault*. Ce cas n'est pas isolé. Nous l'avons rencontré entre Herne-Bay et Reculver, et il s'est produit sur une très vaste échelle à Sandgate, au sud-ouest de Folkestone, où le *Lower Greensand* a pour base les argiles de Sandgate. Là, il y a quelques années, des descentes considérables se sont produites, dont les effets se sont fait sentir sur plusieurs milles carrés. Les villas des particuliers en ont surtout souffert, alors que le terrain de l'État, protégé par un sérieux drainage du sol, n'a pas été atteint.

M. W. Whitaker en conclut que, pour résister aux éléments de destruction naturels, il n'y a qu'une façon de réussir, c'est de s'unir pour les combattre et appliquer la devise belge : « l'Union fait la Force ».

M. J. J. H. Teall ajoute à ces paroles quelques mots sur la nature des roches que nous allons rencontrer et sur les hypothèses émises quant à leur formation. Il rappelle les grandes conditions générales du dépôt des roches sédimentaires, les appliquant aux sables et argiles du *Lower Greensand*.

Il rappelle, en rendant justice à leurs auteurs, les travaux remarquables de M. G. J. Hinde, sur l'étude microscopique de ces roches et les travaux si intéressants de MM. John Murray et Renard sur les formations pélagiques.

Il rappelle l'analogie qui existe entre les couches du Crétacé des côtes anglaise et française, et résume les caractères des faunes similaires dans les deux régions. Il nous invite ensuite à descendre de la falaise pour examiner les roches de plus près.

Au point de contact des marnes crayeuses du *Greensand* et du *Gault* existent quelques cailloux roulés et quelques nodules de phosphate roulés.

Le *Gault* est ici magnifiquement représenté par une argile très fine gris bleu, très collante, renfermant assez de calcaire et surtout très riche en fossiles pyritisés et irisés, dont nous trouvons de magnifiques échantillons. Les Céphalopodes abondent et, dans des dépressions de la plage, chacun ramasse les Ammonites, Hamites, Belemnites, etc., caractéristiques de l'étage.

A la base de cette argile se trouvent beaucoup de nodules de

phosphate calcaire roulés et des nodules de pyrite, lesquels, fait remarquer M. Lamplugh, ont toujours été l'indication de la base du *Gault*.

Or, ici, nous rencontrons ces mêmes nodules brisés et roulés, souvent même décomposés (efflorescences de soufre), sous le premier lit servant de base au *Gault*, c'est-à-dire dans les sables grossiers glauconifères des *Folkestone Beds*, appartenant apparemment au niveau du *Lower Greensand*. Comme il n'y a pas de cailloux roulés indiquant nettement une séparation, il est difficile de dire s'il ne faudrait pas rapporter au *Gault* la petite assise sableuse à stratification ondulée de 3 pieds d'épaisseur, qui semble une transition mal définie entre le *Greensand* et le *Gault*. Les *Ammonites mamillaris* qui existent, en effet, dans ces sables, sont spéciales au *Gault*, et ne peuvent descendre plus bas.

La paléontologie semble donc en désaccord avec la stratigraphie.

M. E. Van den Broeck croit qu'il pourrait y avoir eu un remaniement des sables supérieurs des *Folkestone Beds* par le *Gault* lui-même.

M. W. Whitaker, en homme pratique, admet que ces choses peuvent donner lieu à beaucoup de discussions, mais que pour la carte géologique il faut prendre le premier lit pour la base du *Gault*, et signaler ailleurs des anomalies de ce genre.

Nous passons aux sables de Folkestone, dont les éléments constitutifs (quartz, feldspath, glauconie, mica, etc.) sont en très gros éléments. Leur agglomération par les eaux et la pression forme des bancs de pierre très résistante et très rugueuse au milieu des sables. La plage est jonchée de ces pierres détachées. (Voir planche XIX, fig. 4.)

Il est déjà l'heure de déjeuner.

Nous remontons donc sur le sommet de la falaise pour nous rendre à Folkestone-Centre. Le sommet est couvert de limons quaternaires, dans lesquels on a trouvé beaucoup de silex paléolithiques et des restes de Rhinocéros et d'*Elephas antiquus*.

Après le déjeuner, nous avons repris notre course vers Hythe le long de la plage.

Nous y avons vu les assises moyennes du *Lower Greensand*, c'est-à-dire les *Sandgate Beds* et les *Hythe Beds*.

Les premières, représentées par une épaisseur de 80 pieds environ, sont des argiles terreuses et des sables très argileux, pyritifères, calcareux et glauconifères, très faiblement fossilifères.

La zone fossilifère semble en avoir disparu, ce qui a été reconnu chaque fois que des sondages ont traversé ce terrain dans ces environs.

De la plage, nous pouvons voir le contact avec les *Folkestone Beds*.

Nous gagnons du temps en nous rendant à Sandgate par la grand' route. Là nous voyons, sur la hauteur, dans une splendide coupe, le contact des *Sandgate Beds* avec les ***Hythe Beds.*** Ces derniers sont sableux, très glauconifères et remplis de bancs calcaréo-siliceux, verdâtres; leur faune est celle de la ***Belemnites Strombecki.*** Un peu au delà, il paraît y avoir une grande discordance. Elle n'est due, en réalité, qu'à des bouleversements du sol par suite du glissement des terres vers l'estran, car nous sommes non loin de l'endroit où se sont produits les grands glissements dont il a été question plus haut.

Un peu au delà encore, nous rencontrons les ***Hythe Beds,*** sables d'environ 60 pieds d'épaisseur, contenant des bancs de grès calcareux et de calcaire sableux, les premiers étant désignés sous le nom de ***Kentish-rag,*** les seconds sous celui de ***Hassock.***

Plus bas, nous trouvons l'*Atherfield Clay*, argile compacte bleue ne contenant que des fossiles marins et ne pouvant être vue que dans cette seule coupe.

Enfin, nous examinons rapidement l'argile bleue du *Weald,* contenant un grand nombre de fossiles d'eau douce.

Nous ne pouvons nous avancer au delà jusqu'aux *Hastings Beds,* à cause de l'heure avancée, et nous nous décidons, en conséquence, à rentrer à Folkestone, où nous avons fait nos adieux définitifs aux membres anglais qui nous avaient conduits et reçus si obligeamment pendant notre séjour en Angleterre.

Après un dernier dîner à Folkestone, les excursionnistes se sont eux-mêmes fait leurs adieux pour se disperser ensuite dans des directions diverses, et emportant le meilleur et le plus reconnaissant souvenir de cette belle excursion.

COMPARAISON

DU

QUATERNAIRE DE BELGIQUE

AU GLACIAIRE DE L'EUROPE CENTRALE [1]

PAR

A. RUTOT

M. A. Rutot expose sommairement le résultat de la comparaison qu'il a tenté d'effectuer entre les subdivisions du Quaternaire de Belgique et celles découlant de la considération de l'existence des périodes glaciaires dans les pays voisins.

La Belgique ne renfermant aucun dépôt d'origine glaciaire, M. Rutot déclare n'avoir essayé d'aborder le problème que tout récemment, sous l'empire d'une nécessité évidente et avec de vives appréhensions de non-réussite.

L'absence de dépôts glaciaires étant constatée en Belgique, où trouver le lien entre les dépôts soit marins, soit fluviaux, soit de grandes crues constituant le Quaternaire belge et les dépôts glaciaires, interglaciaires et post-glaciaires des régions environnantes?

Jusque dans ces derniers temps, la composition véritable et détaillée du Quaternaire belge était loin d'être connue, et ce ne sont que les dernières recherches monographiques de l'auteur et de ses confrères

(1) Présenté à la séance du 19 décembre 1899. — L'auteur a profité de l'impression de sa note en 1902 pour la mettre au courant des nombreuses recherches effectuées par lui et par ses confrères depuis 1899. Ces nouvelles recherches lui ont permis de préciser un bon nombre de points importants.

qui ont pu le conduire à une connaissance satisfaisante de tous les éléments du problème.

Actuellement, d'après M. Rutot, le Quaternaire de Belgique comprend cinq termes distincts et superposés qui sont, en partant du haut :

Flandrien;
Brabantien;
Hesbayen;
Campinien;
Moséen.

Peut-être ces noms, qui ont forcément changé plusieurs fois de sens, sont-ils critiquables; probablement plus tard seront-ils changés; en attendant que cette éventualité se présente, M. Rutot a préféré conserver des dénominations déjà plus ou moins anciennes, à sens modifié, que de créer hâtivement des noms nouveaux.

Ces noms ont, du reste, été admis provisoirement par le Conseil de direction de la Carte géologique de Belgique à l'échelle de $^1/_{40\,000}$.

D'abord, de quoi se compose chacun des cinq termes constituant le Quaternaire belge? C'est ce que nous allons énumérer rapidement.

Flandrien. — L'assise supérieure flandrienne comprend des dépôts marins et des dépôts de crue fluviale.

Les dépôts marins, caractérisés par la présence d'une faune marine analogue à celle de nos côtes actuelles, comprennent un gravier de base associé à des lits d'argile plastique d'origine lagunaire, le tout de faible épaisseur; des sables marins stratifiés très développés et, au sommet, du sable fin avec lentilles de limon grisâtre. Sous le littoral actuel, ces couches peuvent avoir 25 mètres d'épaisseur; elles s'amincissent rapidement vers le Sud-Est et couvrent la plus grande partie de la région Nord-Ouest, soit un tiers du territoire belge.

Dans le grand golfe que forment les sables marins flandriens en Campine, on rencontre, soit dans le gravier de base du Flandrien, soit dans sa masse ou à sa surface, des blocs erratiques de roches étrangères au pays, venant principalement du Nord. Ces blocs ont dû être apportés par des glaces flottantes venant probablement du glacier écossais signalé par M. le professeur J. Geikie, et qui débouchait dans la mer.

Pour ce qui concerne le dépôt de crue fluviale, il est constitué par un sable limoneux très stratifié, appelé *ergeron*, surmonté d'une couche de 1 à 2 mètres de limon argileux compact, dit *terre à briques*.

Cet ergeron est loin de s'étendre sur le reste du pays non recouvert de dépôts marins du Flandrien; il n'existe que dans le bassin de l'Escaut, c'est-à-dire dans le moyen cours du fleuve, vers Tournai, dans la vallée de la Dendre et dans celle de la Haine et de ses affluents.

Il se rattache ainsi à l'immense nappe d'ergeron qui recouvre tout le bassin de Paris et le Nord de la France.

L'ergeron a une allure très ravinante et monte depuis le niveau du fond plat actuel des vallées jusqu'à des hauteurs considérables, dépassant la cote 100.

La crue qui a déposé l'ergeron a donc été considérable (1), les eaux ayant eu, de plus, une vitesse appréciable, ce que démontrent la nature souvent grossière de l'ergeron et les ravinements importants qu'il a effectués.

Au contact de la zone à dépôts marins et à dépôts de crue, il y a passage insensible des sédiments.

Aucun dépôt d'âge flandrien n'a encore été constaté dans la vallée de la Meuse ni dans celles de ses affluents. En un certain nombre de points, l'ergeron renferme les mêmes petites coquilles que celles que nous citerons ci-après pour le Hesbayen.

Brabantien. — L'assise brabantienne est nouvelle comme nom, mais le dépôt qui la constitue est connu depuis longtemps.

Ce dépôt est unique et homogène; il est composé d'un limon jaune, friable, pulvérulent, dépourvu de stratification.

Ce limon est calcareux dans sa masse, et sa partie supérieure, décalcarisée par les infiltrations d'eaux superficielles chargées d'acide carbonique, s'est transformée en une couche à facies brun rougeâtre, argileuse, largement utilisée pour la fabrication des briques.

Le limon brabantien, eu égard à sa composition et à ses caractères physiques spéciaux, est considéré par M. E. Van den Broeck et par l'auteur comme ayant une origine éolienne. Il provient du déplacement, par des vents secs venant de l'Est, de la surface desséchée du limon de grande crue, dit hesbayen, précédemment déposé.

Le limon brabantien occupe toutes les altitudes depuis le niveau actuel des eaux jusqu'aux altitudes les plus élevées de la région locale qu'il recouvre.

Nous disons « région locale ». En effet, le limon éolien n'existe que

(1) Il faut cependant bien se garder d'exagération, car la région couverte par l'ergeron a été soulevée inégalement à la fin de la période flandrienne, et des points primitivement de même altitude sont actuellement à des cotes très dissemblables.

le long d'une bande dirigée à peu près exactement Est-Ouest, d'une vingtaine de kilomètres de largeur.

La bande ne traverse du reste pas tout le territoire; elle a sa largeur maximum dans la Hesbaye et elle se termine à l'Ouest, en extrémité arrondie, vers Grammont.

Le limon brabantien paraît dépourvu de toute trace organique.

Dans la partie basse des Flandres, il existe souvent, entre le Flandrien et le Hesbayen, une couche de tourbe qui s'est formée probablement pendant que se déposait ailleurs le limon éolien brabantien.

Hesbayen. — L'assise hesbayenne est presque entièrement limoneuse. La masse principale est constituée par un limon stratifié très fin, très argileux, souvent plastique, gris-bleu foncé à l'état normal, brun clair lorsqu'il est altéré.

Vers le bas, le long de sa limite extérieure et très localement dans sa masse, le Hesbayen peut prendre un facies sableux, gris ou jaune-brun, stratifié. Tout au sommet, il est parfois tourbeux ou recouvert d'une mince couche de tourbe pure, probablement d'âge brabantien.

Dans ses parties normales, le limon hesbayen peut se subdiviser en quatre facies superposés, qui ont été si bien reconnus et étudiés par M. Ladrière, de Lille.

Ces facies sont, en partant du haut :

Limon gris, parfois tourbeux, à Succinées;
— fendillé;
— moucheté avec taches noires et traces végétales;
— panaché, grisâtre, souvent argileux, avec coquilles.

Dans la pratique, il n'est pas indispensable de toujours reconnaître ces niveaux, dont l'ensemble constitue le limon hesbayen des géologues belges.

Ce limon hesbayen se rencontre, depuis le fond des vallées, sous le niveau actuel des eaux et sous la masse des alluvions modernes, jusqu'à des altitudes très élevées.

Dans la vallée de la Lys, le limon hesbayen se présente, *sans interruption*, depuis la cote — 20 jusqu'à la cote + 140.

Les altitudes supérieures atteintes augmentent à mesure qu'on se dirige vers l'Est et le Sud-Est, ce qui indique clairement que ces altitudes ne sont pas originelles, mais qu'elles sont dues à un soulèvement angulaire du pays, c'est-à-dire sensiblement plus accentué vers l'Ardenne que vers le littoral.

Ce soulèvement daterait de la fin de la période flandrienne, lors du retrait de la mer vers le Nord-Ouest (1).

Il n'en reste pas moins vrai que l'on rencontre, dans la région couverte par le Hesbayen, ce limon étendu entre des altitudes distantes verticalement d'au moins 160 mètres.

Il n'existe aucun moyen d'expliquer le *fait* autrement que par l'hypothèse d'un affaissement du sol accompagné d'une crue d'eau douce énorme, mais de vitesse presque nulle, le limon hesbayen, très argileux, extrêmement fin, étant un dépôt d'eaux très tranquilles.

Cette hypothèse se trouve renforcée par un autre *fait* très important.

Alors que le limon hesbayen s'élève jusqu'à des altitudes dépassant 300 mètres dans la haute Belgique, c'est-à-dire au Sud-Est, il s'arrête subitement dès que l'on atteint la région Nord, la plus basse du pays, et sa bordure Nord devient sensiblement sableuse.

C'est donc dans la région où le Hesbayen devrait avoir son maximum d'épaisseur qu'il s'atténue au contraire et disparaît complètement.

La disparition d'une partie de la masse peut être très légitimement attribuée au ravinement causé par l'irruption des eaux de la mer flandrienne, et l'on voit, en effet, le biseau hesbayen s'enfoncer vers le Nord sous les dépôts marins du Flandrien; mais ce ravinement ne peut expliquer à lui seul l'arrêt brusque du biseau, car le Flandrien est peu épais dans cette région, son allure est tranquille et on le voit recouvrant directement les couches pliocènes dans la Campine.

Il y a donc une autre raison à invoquer pour expliquer le rapide arrêt du Hesbayen vers le Nord; cette raison viendra s'imposer à nous un peu plus tard, lorsque nous ferons la comparaison du Quaternaire belge et du Glaciaire.

Ajoutons que la masse du limon hesbayen, surtout dans les régions basses, renferme une grande abondance de très petites coquilles bien connues : *Helix hispida*, *Succinea oblonga* et *Pupa muscorum*. On sait que ces coquilles vivent soit sur les végétaux croissant le long des berges des cours d'eau, soit dans le gazon et les mousses des prairies riveraines.

Il est très compréhensible qu'elles aient été enlevées, puis déposées vers les points bas lors du commencement de la grande crue.

Plus tard, lors de l'approche du maximum de hauteur de crue, la végétation riveraine étant entièrement submergée, de nouvelles

(1) C'est ce même soulèvement qui a également porté les couches flandriennes à des altitudes très supérieures à celles atteintes lors de la sédimentation des dépôts.

coquilles n'ont pu vivre, ni par conséquent être emportées ni déposées sur les points hauts.

Campinien. — Les dépôts du Campinien comprennent des graviers, des sables à allure fluviale et des vases argilo-sableuses ou glaises, ces dernières jouant le rôle de dépôts de crue.

Ces dépôts se trouvent toujours à des altitudes très basses, car ils se sont formés immédiatement après le creusement maximum des vallées.

On ne les connaît que dans l'extrême fond de celles-ci, sous les alluvions modernes et sous le limon hesbayen, où l'on ne peut guère constater leur présence que par des sondages profonds ou par d'importants travaux d'art. Ils débordent aussi sur la terrasse inférieure des vallées, où ils s'élèvent toujours à faible hauteur au-dessus du niveau actuel des eaux.

Dans le fond des vallées, le Campinien est ordinairement très caillouteux et épais de 5 à 10 mètres; ses lits caillouteux sont mêlés à des lits sableux et à des amas de débris végétaux charriés par les eaux, parmi lesquels beaucoup de troncs d'arbres.

Sur la terrasse inférieure, on ne rencontre généralement que des sables et des glaises représentant des dépôts de crue, souvent surmontés d'un lit de tourbe.

Sauf dans les cas où la dénudation actuelle a délavé les couches supérieures, les dépôts campiniens sont directement recouverts par le limon hesbayen.

Qu'ils soient dans le fond des vallées ou étalés sur la terrasse inférieure, le Campinien est très riche en fossiles.

Comme vertébrés, on y rencontre les principaux représentants de la faune du Mammouth. (*Elephas primigenius*, *Rhinoceros tichorhinus*, *Equus caballus*, *Hyæna spelæa*, *Cervus tarandus*, *Cervus elaphus*, *Cervus megaceros*, *Bos primigenius*, *Bos taurus*, *Sus scrofa*, *Capra ?*)

Récemment M. Rutot y a rencontré des restes de poissons; puis une intéressante faunule d'insectes, une riche faunule de mollusques, parmi lesquels les trois formes si répandues dans le limon hesbayen, des entomostracés et de nombreux débris de végétaux.

L'étude de ce magnifique ensemble organique, rencontré à un niveau si net et si précis du Quaternaire, jettera sans doute un jour nouveau sur la vie à cette époque déjà si reculée.

Le nom de Campinien, attribué d'abord par A. Dumont aux sables de la Campine, semble devoir imposer, aux dépôts de cet âge, une étendue limitée régionalement.

Or il n'en est rien. Toutes les vallées indistinctement, tant celles du bassin de l'Escaut que celles du bassin de la Meuse, renferment, dans leur partie profonde, des dépôts dits « campiniens ».

Ce nom, qui répondait autrefois à une idée, si pas exacte, au moins rationnelle, ne conserve donc aujourd'hui plus rien de la signification primitive, et il est certes le plus critiquable de la nomenclature quaternaire.

Comme au milieu de tous les bouleversements amenés par les résultats des nouvelles études, ce nom, assurément vénérable, restait disponible, M. Rutot l'a attribué à des sédiments certes très différents de ceux pour lesquels il avait été créé.

L'auteur est, en effet, de ceux pour qui les faits sont tout, tandis que les noms ne sont rien; aussi n'a-t-il pas hésité à conserver provisoirement le nom de Campinien, vu, du reste, l'impossibilité de trouver un nom d'accord avec les autres noms régionaux de la nomenclature.

Rien ne pourra donc changer avant que tous les autres noms ne soient changés en même temps.

Moséen (1). — Les dépôts moséens comprennent deux facies différents : l'un, largement répandu, comme le Campinien, dans toutes les vallées indistinctement; l'autre très localisé dans le delta de la Meuse.

Les sédiments largement répandus dans les vallées sont d'origine fluviale; ils consistent en cailloutis, en sables et en glaises, ces deux derniers termes représentant les dépôts de crue.

Les sédiments du second facies sont localisés dans la partie Nord de la Campine, d'où ils pénètrent largement en Hollande.

Ils semblent, au moins vers le bas, être d'origine marine, tandis que vers le haut ils prennent l'aspect de dépôts d'estuaire.

Ce facies local présente à sa base un cailloutis bien marqué renfermant souvent des quantités de fragments d'ossements de cétacés et de dents de squales remaniés du Pliocène sous-jacent. Ce gravier de base est surmonté de sables grisâtres, stratifiés, épais, avec petits débris végétaux. Vers le haut, il s'introduit dans le sable des zones de limon gris très argileux, micacé, d'aspect particulier, traversées par des lits tourbeux avec nombreuses souches d'arbres.

La position des dépôts moséens d'origine fluviale est des plus nettes.

(1) Le nom de Moséen est aussi critiquable que celui de Campinien, car il semble indiquer des couches plus spécialement localisées dans le bassin de la Meuse. Il n'en est rien : toutes les vallées indistinctement, tant celles du bassin de l'Escaut que celles du bassin de la Meuse, renferment des dépôts moséens.

Vers le bas, ils apparaissent à un niveau un peu plus élevé que celui actuel des eaux, c'est-à-dire sur la terrasse inférieure, et de là ils montent le long des versants rapides pour s'étaler largement sur la terrasse inclinée commençant de 25 à 30 mètres au-dessus du niveau actuel des eaux.

Ils recouvrent entièrement cette terrasse jusque 60 mètres environ au-dessus de l'étiage, et ils cessent brusquement d'apparaître au pied du nouveau versant rapide conduisant aux terrasses supérieures.

Sur la basse terrasse comme sur la terrasse de 25 mètres, les sédiments moséens reposent toujours directement sur les couches de la série préquaternaire, c'est-à-dire sur les couches tertiaires, secondaires ou primaires.

Les couches moséennes constituent donc les couches quaternaires les plus anciennes.

En Belgique, la faune du Moséen est encore peu connue.

Près d'Anvers, à Hoboken, plusieurs formes caractéristiques de la faune de l'*Elephas antiquus,* dont l'*Elephas antiquus* lui-même, ont été rencontrées dans le gravier de base du facies du Nord.

Dans le facies fluvial des vallées, les découvertes d'ossements se réduisent encore à peu de chose. Ce même facies renferme aussi des coquilles et des débris végétaux non étudiés.

*
* *

Telle est la composition complète du Quaternaire de Belgique.

Certains auteurs pourraient objecter qu'il semble exister des couches plus anciennes que celles énumérées; tels, par exemple, les dépôts caillouteux, sableux et glaiseux situés à des altitudes plus élevées encore que ceux attribués au Moséen.

Certes, de tels dépôts existent, mais je suis d'avis, avec d'autres géologues, que ces dépôts doivent être rejetés dans le Tertiaire.

Cette notion est évidente lorsque l'on sait que nos vallées ont commencé à se creuser dès le retrait de la mer diestienne (Pliocène inférieur) vers le Nord.

Ce creusement s'est continué avec des alternances d'érosions et de sédimentations pendant le Pliocène moyen (Scaldisien et Poederlien) et pendant le Pliocène supérieur (Amstelien et Cromerien), de sorte que l'on est en droit de considérer le dernier dépôt pliocène comme représenté par le cailloutis important qui se trouve à la base des dépôts moséens sur la terrasse de 25 mètres au-dessus du niveau actuel des eaux.

Les dépôts moséens qui reposent sur ce cailloutis sont dès lors bien les premiers dépôts quaternaires.

Dans la vallée de la Lys, il y a des traces de terrasses aux altitudes 122, 110 et 100 mètres au-dessus du niveau de la rivière. Ces terrasses sont recouvertes de cailloux, de sables et de glaises qui sont certainement d'âge pliocène. Leurs cailloux diffèrent sensiblement de ceux étalés sur la terrasse de 25 mètres.

* * *

La série complète des couches quaternaires étant ainsi nettement délimitée, voyons ce qu'il y a lieu d'admettre comme constituant la série glaciaire et post-glaciaire de l'Europe centrale.

Certes, l'accord ne s'est pas encore produit parmi les géologues; mais de l'ensemble des travaux publiés, il ressort certaines lignes qui se dessinent nettement.

En effet, la majorité des géologues admet trois périodes glaciaires :

La plus ancienne qui s'est produite pendant le Pliocène moyen;

Une deuxième qui débute avec l'époque quaternaire et est contemporaine de la faune de l'*Elephas antiquus ;*

Une troisième qui se place dans le Quaternaire moyen et contemporaine du commencement de la faune du Mammouth.

La première période glaciaire étant d'âge pliocène, il n'en sera pas question ici.

Entre les deux périodes glaciaires quaternaires vient ce que les géologues appellent l'interglaciaire.

Enfin, après le deuxième glaciaire quaternaire, vient le post-glaciaire.

Sir J. Geikie, qui a étudié très spécialement l'époque glaciaire, admet, avec les géologues scandinaves, un troisième glaciaire quaternaire localisé dans l'Écosse et dans la Scandinavie, et qui est connu actuellement sous le nom de glaciaire baltique.

Enfin, sir J. Geikie a personnellement reconnu en Écosse l'existence d'une quatrième période glaciaire, très localisée, mais dont nous croyons qu'il y a lieu de tenir compte.

Grâce à ces deux glaciaires supplémentaires, les temps post-glaciaires quaternaires se trouvent comblés, et le dernier petit glaciaire écossais, reconnu par M. le professeur J. Geikie, se range dans l'époque moderne.

Toute l'époque quaternaire peut donc ainsi se diviser théoriquement en quatre glaciations allant toujours en diminuant d'importance; cette division facilitera notre tâche.

En réfléchissant maintenant à la manière généralement adoptée de subdiviser le Glaciaire en périodes glaciaires et en périodes interglaciaires, tout le Post-glaciaire étant à présent rejeté dans l'époque moderne, il faut avouer que ces subdivisions manquent un peu de netteté lorsqu'on ne se trouve pas en région ayant subi une glaciation intense, c'est-à-dire dans celles dépourvues de Boulder-clay ou de moraines.

En réalité, les périodes glaciaires correspondent à de véritables invasions d'une nappe de glace, suivies du retrait de cette nappe, et dès lors, il existe entre ces invasions et les envahissements marins la plus grande analogie.

Or, dans toute période d'envahissement marin suivie d'une période de régression, les deux phases les plus nettes sont : 1° du commencement de l'envahissement à l'extension maximum; 2° de l'extension maximum au retrait maximum.

De même, dans chaque période glaciaire, on peut considérer : 1° la phase d'avancement des glaces jusqu'au maximum; 2° la phase de recul ou de retrait jusqu'au minimum.

C'est évidemment à la première phase, ou phase d'avancement des glaces, que les conditions climatériques spéciales favorables à la glaciation correspondent. Aux phases d'avancement des glaces doivent donc correspondre les périodes dites glaciaires.

D'autre part, c'est aussi à la deuxième phase, ou de retrait, que correspondent les conditions climatériques spéciales causant le recul et la fonte des glaces.

Dès lors, les phases de retrait correspondent aux périodes interglaciaires.

Cela étant, le Quaternaire peut donc se diviser, au point de vue glaciaire, de la manière suivante :

Premier glaciaire	Phase d'avancement des glaces.
	Phase de retrait.
Deuxième glaciaire	Phase d'avancement des glaces.
	Phase de retrait.
Troisième glaciaire (glacier baltique)	Phase d'avancement des glaces.
	Phase de retrait.
Quatrième glaciaire (glacier écossais)	Phase d'avancement des glaces.
	Phase de retrait.

Ces subdivisions du Quaternaire, sans rien changer aux idées généralement reçues, se prêtent beaucoup mieux que les anciennes aux comparaisons avec l'échelle du Quaternaire de Belgique.

Toutefois, pour essayer la comparaison, il est indispensable de posséder quelques idées directrices, de mettre en face l'une de l'autre quelques divisions dont le synchronisme s'impose, en voyant ensuite ce que devient le reste.

Or, dans les régions à glaciation, nous voyons du Boulder-clay ou des moraines représentant la phase d'avancement des glaces, alterner avec des dépôts soit marins, soit fluviaux, correspondant aux interglaciaires.

On conçoit très bien que, sur les régions glaciées, les invasions des glaces ne puissent correspondre à des périodes très humides (1). Pour que la calotte de glace puisse avancer et s'étendre, il ne faut pas que le climat puisse la fondre.

Un climat froid et par conséquent sec est donc celui qui doit concorder avec la période d'avancement des glaces.

De même, pour que l'avancement des glaces prenne fin et que le recul se produise, il faut que le climat redevienne tempéré et humide, d'où abondance considérable d'eau douce liquide, provenant à la fois de la fonte des glaces et de l'eau de pluie.

Il est donc logique de mettre en regard les niveaux à grands alluvionnements ou à grandes crues du Quaternaire de Belgique avec les interglaciaires, c'est-à-dire avec les périodes de retrait des glaces de l'échelle du Glaciaire.

D'autre part, l'étude du Quaternaire des régions glaciées ou non glaciées montre à l'évidence l'existence de mouvements du sol d'une certaine amplitude.

Or on remarque que les glaciations se produisent de préférence lors des soulèvements du sol.

Chez nous, à cause de l'inégalité des soulèvements qui, sur la partie continentale, produisent des élévations d'autant plus considérables que les points envisagés sont plus éloignés de la région littorale, il se fait qu'à chaque période de soulèvement correspond une période de vive érosion sans dépôt, avec approfondissement très sensible des vallées (2), tandis que c'est pendant les périodes d'alluvionnement avec

(1) Il est bien entendu qu'il n'est pas question ici de la région élevée où se *produit* la glace, grâce à l'accumulation et à la compression des névés, glace qui s'écoule ensuite dans les régions basses qu'elle recouvre progressivement.

(2) C'est en effet à cause de l'accroissement très sensible de la pente du sol vers la mer, lors des périodes de soulèvement, que la vitesse des eaux dans les vallées augmente au point de produire des érosions considérables avec charriage jusqu'à la mer de tous les matériaux détachés. Ces érosions violentes se creusant à pic, les inondations latérales sont rendues impossibles.

crues, c'est-à-dire d'affaissement du sol, que les terrasses et les pentes se recouvrent de dépôts.

Ces considérations nous amènent donc à placer, d'une part, en regard des phases d'avancement des glaces, les périodes d'érosion sans crues et sans dépôts causant l'approfondissement des vallées, et en regard des phases de retrait des glaces, les périodes de grands alluvionnements ou de grandes crues.

Et, en effet, dès que l'on agit ainsi, tout s'éclaire tout à coup, tout correspond avec un accord qui ne peut être l'effet du hasard, surtout pour ce qui concerne les deux premiers glaciaires.

Naturellement, pour ce qui concerne les deux derniers, qui se sont produits loin de nos régions et sur une échelle de plus en plus réduite, les concordances sont moindres, les phénomènes, de part et d'autre, n'ayant plus guère rien de commun.

Cependant, il y a lieu de faire remarquer que la répercussion du dernier glaciaire (glaciaire écossais) s'est fait sentir assez nettement en Belgique par l'arrivée, dans le golfe flandrien, de glaces flottantes qui ont abandonné, sur le littoral campinois, les blocs erratiques qui y ont été signalés. D'autre part, il y a lieu aussi de constater que pendant le Flandrien nous en sommes à la période dite « du Renne », ce qui semble indiquer également un climat froid.

Si donc nous plaçons en regard l'une de l'autre les deux échelles du Quaternaire, en tenant compte des considérations émises ci-dessus, nous obtenons le tableau que nous reportons à la fin de ce travail (voir le tableau page 321).

* * *

En examinant ce tableau, il est facile de voir que tout y est logique, qu'il n'y a rien de forcé, à caractère d'impossibilité.

Certes, il y aura à l'améliorer, à le retoucher, mais les grandes lignes paraissent solidement établies.

A l'inspection du tableau, on peut maintenant se faire une idée de la raison pour laquelle le dépôt de limon hesbayen qui, normalement, aurait dû s'étendre largement sur le Nord de la Belgique et sur la Hollande, s'arrête brusquement au moment où il pénètre dans la région basse.

On voit, en effet, que le Hesbayen vient se placer très naturellement en concordance avec la phase de retrait du second glaciaire quaternaire.

Lors des changements climatériques qui ont mis fin à l'envahissement des glaces, ce sont évidemment les glaciers des Vosges et ceux

des Alpes qui, plus localisés et situés plus au Sud, ont dû ressentir les premiers les effets de la fusion.

La grande calotte de glace venue du Nord a dû résister bien plus longtemps.

Les eaux de fusion des glaciers des Alpes et des Vosges, venues par le Rhin, la Moselle, la Meuse, etc., ont donc pu suivre une partie du cours de ces fleuves, mais les embouchures de tous ces cours d'eau étaient bloquées par le mur de la calotte de glace, et aucun écoulement vers la mer n'était dès lors possible.

Or, si l'on compare la limite extérieure Nord du limon hesbayen avec celle, connue, du front du glacier septentrional, on voit que les deux limites sont parallèles et simplement distantes de quelques kilomètres l'une de l'autre. De plus, le long de cette limite Nord, le limon prend le facies sableux.

Ce mur de glace courait dans la direction Sud-Est – Nord-Ouest. Les eaux de fusion des glaciers des Vosges et des Alpes ont donc dû s'arrêter devant le mur de la calotte septentrionale; elles ont monté, monté, puis, trouvant une issue vers le Nord-Ouest, elles ont contourné la limite Sud de la calotte de glace qui les a conduites, par le Nord de la France et le Sud de l'Angleterre, dans l'Océan sur l'emplacement actuel de la Manche.

Le Sud de l'Angleterre doit donc être couvert de limon hesbayen, ce qui est exact, ainsi que M. Rutot a pu le vérifier lui-même, et, de plus, il montre le facies sableux du bord septentrional.

Quant au Nord de la France, on sait qu'il est recouvert par le limon hesbayen, de même que tout le bassin de Paris et que les îles de la côte bretonne, ainsi que l'a démontré M. Ch. Barrois (1).

D'autre part, il semble qu'on ne se soit pas rendu compte, jusqu'ici, de l'influence réelle des deux grandes périodes glaciaires quaternaires sur nos régions.

Au moins pour ce qui concerne la Belgique, les conditions climatériques qui ont régi le premier glaciaire ne paraissent pas avoir affecté le pays autant que celles ayant présidé au second glaciaire.

Bien que le premier glaciaire quaternaire concorde avec l'envahissement maximum des glaces en Europe, les populations semblent n'avoir

(1) Le territoire de ces îles faisait naturellement partie du continent à l'époque hesbayenne. La formation de ces îles date du commencement de l'époque flandrienne, lors de l'immersion marine dont le principal résultat a été de former la Manche et le Pas-de-Calais, et de séparer ainsi la Grande-Bretagne du continent.

pas eu à souffrir du climat, car c'est à cette époque qu'en Belgique et en France elles ont laissé le plus de restes de leur industrie (1).

Mais il n'en est pas de même du second glaciaire.

En effet, dès son apparition, nous voyons les industries correspondantes, c'est-à-dire les industries chelléenne et acheuléenne, se restreindre très rapidement en étendue et en quantité, au point que les populations à industrie acheuléenne, les plus proches de l'apogée du deuxième glaciaire, ont à peine laissé quelques traces en Belgique.

Je suis en conséquence d'avis que le front de la calotte de glace septentrionale du second glaciaire a pu se rapprocher localement de nos frontières du Nord plus que la calotte du premier glaciaire et barrer ainsi d'autant plus efficacement les embouchures de nos cours d'eau.

Ainsi qu'on le voit, la théorie de la formation du lœss grâce à un barrage de glace, qui avait été émise anciennement et qui semblait abandonnée faute d'éléments de discussion, reprend actuellement plus de vigueur que jamais et elle ne tardera peut-être pas à être démontrée.

(1) Rien qu'en Belgique, les surfaces de cailloutis couvertes par les restes de l'*industrie reutelienne* peuvent être évaluées à plus de 30 000 hectares, répartis dans la Flandre occidentale, dans le Hainaut, dans la vallée de la Meuse et dans la Campine limbourgeoise.

TABLEAU COMPARATIF DU GLACIAIRE DE L'EUROPE CENTRALE ET DU QUATERNAIRE DE LA BELGIQUE.

GLACIAIRE DE L'EUROPE CENTRALE.		QUATERNAIRE DE LA BELGIQUE.			
PREMIÈRE PÉRIODE.	Phase d'avancement.	**Moséen.**	Soulèvement du sol.	Érosion et creusement dans les vallées.	Dépôt des sables, de la glaise, puis du cailloutis supérieur moséen. Dépôt du sable fluvio-marin de la Campine, puis des argiles à lits tourbeux.
	Phase de retrait.		Affaissement du sol.	Période de crue et de dépôt. Invasion marine locale dans le delta de la Meuse, en Campine.	
DEUXIÈME PÉRIODE.	Phase d'avancement.	**Campinien.**	Soulèvement du sol.	Érosion et creusement maximum dans les vallées. Dépôts à la fin de cette phase.	Dépôt des cailloux, des sables et des glaises de l'extrême fond des vallées (dépôts campiniens), puis tourbe.
	Phase de retrait.	**Hesbayen.**	Grand affaissement du sol.	Grande crue avec dépôt.	Dépôt de l'énorme masse du limon stratifié hesbayen ou *lœss*.
TROISIÈME PÉRIODE.	Phase d'avancement.	**Brabantien.**	Faible soulèvement du sol.	Érosion au travers des sédiments précédemment déposés.	Érosion dans les vallées au travers de la masse du limon hesbayen. Dessèchement de la surface du limon. Transport de l'Est vers l'Ouest, par le vent, du limon desséché. (Limon pulvérulent brabantien.)
	Phase de retrait.				Tourbe dans les régions basses de la Flandre.
QUATRIÈME PÉRIODE.	Phase d'avancement.	**Flandrien.**	Affaissement du sol.	Invasion marine dans le Nord-Ouest de la Belgique. Crue et dépôt dans la partie continentale.	Dépôt des sables flandriens à faune marine. Blocs erratiques du Nord. Formation du Pas-de-Calais. Dépôt du limon sableux stratifié de crue fluviale dit *ergeron*.
	Phase de retrait.		Soulèvement du sol.	Retrait de la mer flandrienne.	Établissement du régime fluvial actue

CONTRIBUTION

A

L'ÉTUDE DE PHÉNOMÈNES D'ALTÉRATION

DONT L'INTERPRÉTATION ERRONÉE POURRAIT FAIRE CROIRE A L'EXISTENCE

DE

STRIES GLACIAIRES (1)

PAR

Ernest VAN DEN BROECK
Conservateur au Musée Royal d'Histoire Naturelle de Belgique.

Planche XX

A la séance du 22 décembre 1896, notre collègue, M. *X. Stainier,* a exhibé des frottis — reproduits dans la Note qu'il a consacrée à ce sujet — de roches observées en Belgique et présentant des surfaces curieusement sillonnées de stries très nettes et fort nombreuses, entre-croisées dans diverses directions, stries qui, à première vue, paraissaient pouvoir être rapportées à l'action du processus bien connu des phénomènes glaciaires (2).

Dans l'un des cas signalés dans la Note de M. Stainier, il s'agissait de stries assez larges, parcourant la surface d'un banc de quartzo-phyllade du Salmien supérieur, observé sur la grand'route qui va de Dochamps à Freyneux, non loin de la scierie de Dochamps, passé la rivière la Lue.

L'auteur, que ses excursions avaient conduit ici au voisinage immé-

(1) Présenté à la séance du 21 novembre 1899.

(2) X. STAINIER, *Stries pseudo-glaciaires observées en Belgique.* (BULL. SOC. BELGE DE GÉOL., DE PALÉONTOL. ET D'HYDROL., t. X, 1896. *Pr.-Verb.,* pp. 212-216, fig. 1-4.)

diat de l'un des plus hauts points de l'Ardenne (Dochamps est voisin de la Baraque de Fraiture, signal géodésique, dont l'altitude est de 651 mètres), était fort tenté, à première vue, de considérer ces stries comme pouvant indiquer l'existence de phénomènes glaciaires, ce qui eût été une donnée importante pour la géologie ardennaise. Toutefois, un examen attentif lui fournit bientôt la preuve que les stries se trouvaient visibles, non seulement sur la surface découverte de la roche, mais encore en pleine masse de celle-ci, localisées, toutefois, sur tous les plans de stratification correspondant au contact de feuillets quartzeux ou de quartzite, alternant avec ceux du phyllade.

Il reconnut alors que chacune de ces strates, d'origine gréseuse et sableuse, était découpée normalement à sa surface par de nombreuses veinules de quartz blanc. Celui-ci était disposé de manière que les sillons observés correspondissent à la rencontre transversale de ces veinules quartzeuses. De plus, les feuillets phylladeux de contact s'infléchissaient dans chacun des sillons ainsi formés.

L'auteur se représente la genèse du phénomène de la manière suivante :

Après la transformation du dépôt initial en quartzo-phyllade, c'est-à-dire après que la roche sableuse eut été transformée en quartzite et la roche argileuse en phyllade, des fissures (des vides par conséquent) se seraient produites, divisant les feuillets de quartzite soit par retrait, soit par décollements de la roche, moins flexible en ces zones d'origine sableuse qu'en celles correspondant à l'argile initiale, transformée en phyllade. Par suite de la pression considérable subie par l'ensemble des dépôts, sous l'influence du phénomène métamorphique, la roche argileuse encaissante, ou phyllade, aurait pénétré légèrement dans ces cavités ou fissures, et, par exsudation ultérieure des parois, lesdites fissures se seraient ensuite remplies de quartz blanc filonien. Celui-ci, ne pouvant donc plus occuper qu'une partie de la cavité initiale réduite par la poussée, s'y présente sous forme de dépressions alignées suivant les fissures des strates quartzeuses. C'est ce qui donnerait lieu à l'aspect de stries en creux observables aujourd'hui dans toute la masse du dépôt, sur les deux faces de chacune des zones quartzeuses, seuls sièges des phénomènes de retrait mentionnés ci-dessus.

Le second cas de stries pseudo-glaciaires observé par M. Stainier s'applique à des blocs de grès poudingiformes, examinés par lui dans la vallée du Hoyoux, à quelques mètres en aval des beaux rochers de poudingue de Marchin, exploités pour les hauts fourneaux.

Ces blocs se montraient couverts de grandes stries de 2 à 3 millimètres de profondeur, s'entre-croisant en tous sens, mais tout en présentant nettement des groupes distincts de stries parallèles. Ici aussi, l'impression initiale de l'observateur était celle qu'il se trouvait en présence de stries glaciaires; mais elle s'effaça bien vite lorsque M. Stainier eut remarqué « que le grès, très quartzeux, était sillonné en tous » sens de très minces filons de quartz blanc, comme il s'en produit » dans toutes les roches quartzeuses, par exsudation des parois dans » des fissures produites par le retrait (dessiccation) ou par des phéno- » mènes géotectoniques ». Dans le cas ici observé, les stries n'étaient autre chose que le tracé de l'affleurement de ces filonets quartzeux à la surface des blocs.

Quant au sillon qui marque et suit l'affleurement de ces filonets quartzeux, M. Stainier l'explique fort judicieusement par les différents degrés d'altérabilité du quartz impur, constituant le grès, où il est englobé dans de l'argile, et du quartz pur des filons, qui forcément doit être ici plus altérable, plus sensible aux actions météoriques que le précédent, puisqu'il a été le siège principal du phénomène d'attaque et de corrosion.

C'est à une cause analogue à celle-ci que j'attribue, sans hésitation possible, les stries si curieuses, serrées à l'extrême et constituant divers réseaux croisés de sillons plus ou moins parallèles, que l'on observe, avec l'apparence de vraies stries glaciaires, sur les deux fragments de roches calcaires ou silicéo-calcaires que j'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Assemblée. (Voir planche XX.)

Ces roches ne sont pas de provenance belge; mais ceci importe peu, car le phénomène qu'elles servent à illustrer est si frappant et la ressemblance de leurs sillons entre-croisés, parallèles et obliques, avec des stries glaciaires typiques est si grande que l'enseignement qui en découle est d'intérêt plus que régional. Il montre combien des phénomènes tout autres que ceux attribuables aux anciens glaciers peuvent provoquer aisément des caractères qui apparaissent sous forme de stries glaciaires, pour ainsi dire typiques d'aspect.

Les deux fragments rocheux représentés dans la planche XX ont été détachés par moi, avec plusieurs autres analogues, du massif calcaire constituant le sommet du site alpestre appelé les *rochers de Naye*, lequel domine orgueilleusement, de ses 2 044 mètres d'altitude, le lac Léman et toute la chaîne montagneuse du versant Nord de celui-ci, au-dessus de Chillon.

C'est au mois de mai de cette année que j'ai eu l'occasion d'observer et de recueillir ces roches apparaissant en pointements multiples sous le blanc manteau de neige de ces parages où, certes, la présence d'authentiques stries glaciaires n'avait rien qui pût surprendre l'observateur.

L'examen attentif des deux échantillons figurés dans la planche XX montre que nous sommes ici en présence d'un calcaire dur, à grain très fin, un peu siliceux, fort homogène, d'une coloration grisâtre assez claire et sans traces d'organismes visibles.

Sur l'un des échantillons (fig. 1 de la planche XX), on remarque, constituant une zone un peu ondulée et irrégulière, allant de *A* en *B*, un assez gros filon blanchâtre, épais d'environ 3 à 4 millimètres. A la loupe, on remarque que la structure intime de ce gros filon est fibreuse et que sa masse est assez hétérogène. Il renferme, en effet, outre des zones irrégulières, et comme concrétionnées, de surfaces d'accroissement, des mouchetures irrégulières, foncées et noirâtres, dont je n'ai pu toutefois déterminer la nature. De très fines particules brillantes, à surfaces arrondies ou irrégulièrement ovoïdes et d'aspect métallique, se trouvent dispersées au sein de ces mouchetures noirâtres, qui pourraient bien n'être que le siège et le résultat de phénomènes de décomposition de particules, primitivement identiques à ces globules d'aspect métallique. Il est vraisemblable que ceux-ci, que l'on ne peut rapporter à du mica, sont des concrétionnements pyriteux.

Aucune autre trace de filon n'est visible dans cet échantillon rocheux. Quant aux stries qui le couvrent, exclusivement sur les *faces d'affleurement* de l'échantillon, il est assez inutile de les décrire en détail dans leurs caractère et disposition : la figure 1 de la planche XX représente très clairement leur aspect, bien que ces stries apparaissent mieux visibles et plus nombreuses encore sur l'original. J'ajouterai cependant que la plupart, la presque totalité de ces stries, se dessinent en une teinte plus claire, blanchâtre, sur le ton gris neutre de la roche. Ces stries n'atteignent guère plus d'un demi-millimètre de profondeur, et il est des régions de la surface rocheuse où elles sont si serrées et si entre-croisées à minime distance que ladite surface en est presque devenue toute blanche.

C'est surtout le cas pour toute la partie calcaire située au-dessous du gros filon *AB*, ce que montre d'ailleurs assez bien la photographie. En certains points de cette région, on peut, à la loupe, compter jusque six et sept stries parallèles par millimètre, et, certes, en examinant la roche et même en la tournant en tous sens, spécialement en l'étudiant,

même à la loupe, sur les côtés et sur la face opposée à celle représentée, on ne parvient à rien constater qui vienne détruire l'homogénéité apparente de la roche et qui puisse faire penser que ces sillons seraient autre chose que de véritables stries, toutes superficielles et sans répercussion aucune dans la structure intime de la roche.

Vue par-dessous et sur les côtés, la surface rocheuse, fraîchement mise à nu, se montre donc homogène et grise, non sillonnée de filons quelconques et absolument différente donc de ce que nous a montré la surface d'affleurement représentée.

Le gros filon irrégulier, qui coïncide, dans la région inférieure de la pièce représentée figure 1, avec la démarcation d'un niveau plus bas de la surface rocheuse, semble être seul de son espèce à rompre l'homogénéité du bloc calcaire, et il est à noter que ce filon se projette *en relief* à la surface en contre-bas de la pièce calcaire représentée, qu'il traverse très visiblement de part en part. Or ce filon en relief n'est nullement du quartz, comme on pourrait le croire. Il s'écrase aisément sous la pression d'une lame de canif. L'énigme reste donc entière après ce premier examen. Passant à l'échantillon photographié dans la figure 2, on y observe tout d'abord, et bien apparent, un filon irrégulier, blanchâtre, analogue à celui du premier fragment calcaire. C'est la traînée (claire) représentée au bas de la figure 2 par l'alignement *CD*.

La partie de droite de ce fragment rocheux exhibe un jeu de stries très nettement rectilignes et bien accentuées, disposées très visiblement en séries croisées de systèmes parallèles ou faiblement obliques. Bien que ces nombreuses stries paraissent fort entremêlées au premier abord, on y distingue au moins six directions rectilignes dont, visiblement, *quatre sont opposées, deux par deux, à angle droit*, ou peu s'en faut.

C'est là une constatation qui jette une première lumière sur la genèse de ces lignes, car c'est le dispositif normal de formation des *cassures* survenant dans un solide soumis à des phénomènes de torsion et de pression et qui aurait subi des séries de poussées de ce genre, agissant nécessairement suivant des directions différentes, ayant chacun amené son double système de cassures entre-croisées.

Dans la partie de gauche de la roche figurée, ces mêmes stries rectilignes, plus ou moins orientées, apparaissent aussi, mais en plus petit nombre, et elles sont ici accompagnées d'autres lignes, grises et blanchâtres comme elles, mais sinueuses, recourbées même en sillons assez peu réguliers.

Ces lignes courbes ne sont guère favorables à la thèse d'actions dites glaciaires.

Mais bientôt l'attention est attirée dans cet échantillon n° 2 par un élément différent qui, quoique très localisé, mérite un examen détaillé. Je veux parler du dispositif de surface représenté par exemple par la ligne *EF*, et qui est constitué par un *filon* blanc cristallin qui, bien que se projetant en saillie par rapport à ses zones latérales de contact avec la masse calcaire, n'est guère en relief sensible par rapport au plan ondulé de la surface générale de la roche.

L'ombre, très accentuée sur la photographie de l'un des flancs du minuscule coteau calcaire longeant le filon, montre bien que celui-ci est ici en creux par rapport à la surface générale, tout en constituant un bourrelet en relief par rapport à sa jonction avec la masse calcaire.

Quant aux autres stries de la roche n° 2, elles sont, aussi bien à droite qu'à gauche du sillon *EF*, représentées, comme celles de la roche n° 1, par des creux simples, ne permettant, même à l'aide de la loupe, d'y déceler aucune indication de présence de filons blanchâtres.

Cependant, en cherchant bien, on finit par trouver de très menus filets ou filonets *en relief*, ne se confondant donc nullement avec les alignements de stries blanches rectilignes, disposées en creux.

C'est à peine si sur la roche n° 2 on parvient à en déceler et à en compter une dizaine, sous forme de filets ou de bourrelets très menus, restés de coloration foncée ou non claire, et non en alignements rectilignes. La photographie montre en *GH* et *IJ* les plus accentués d'entre eux, les seuls d'ailleurs bien visibles à l'œil nu.

Cette nouvelle constatation paraît tout d'abord un peu déconcertante, car si certains filons apparaissent visibles et *en relief*, — par suite évidemment d'un excès de résistance aux intempéries par rapport à la masse calcaire, — comment interpréter les sillons, les *creux*, de coloration blanche, comme produits par ces mêmes filons, et pourquoi, d'ailleurs, ne découvre-t-on nulle part la trace de ces filons sur les surfaces de cassure fraîche toujours parfaitement homogènes du bloc calcaire?

Il convient d'examiner avec plus de soin et surtout avec un plus fort grossissement les stries rectilignes blanches qui couvrent de leur lacis si serré la surface d'affleurement de nos deux fragments calcaires.

Aucun doute n'est bientôt possible sur ce point que l'on est bien en présence, non de stries continues, d'égale profondeur d'érosion sur leur parcours respectif, mais de zones, en séries rectilignes, de *points de corrosion*, voisins les uns des autres, occupant les parois et le fond de menues dépressions disposées en multiples séries rectilignes s'entrecroisant.

Le fond des stries est *piqueté* d'une infinité de *petits trous*, auréolés de blanc, puis de gris clair, constituant de minuscules zones de décomposition et de blanchiment du calcaire, et c'est la réunion de ces multiples points d'attaque, dont l'ensemble constitue les stries blanches et creuses, qui forme la caractéristique de ces surfaces d'affleurement calcaire.

De-ci de-là, sur les surfaces rocheuses, la loupe fait bientôt découvrir des débuts, simples ou croisés, d'alignements de ces petits points d'attaque blanchâtres, souvent disposés en équerre ou en croix, et la liaison de quelques-uns de ces îlots de points d'attaque aux stries bien développées montre le processus d'extension du phénomène superficiel d'altération de la roche calcaire.

Pour mémoire, je citerai enfin des *cupules* de grande taille, constituant visiblement aussi des régions d'attaque et de dissolution du calcaire et que les deux figures de la planche XX montrent assez nettement.

Certes, le résultat de cet examen suffit pour écarter définitivement l'idée de toute possibilité d'actions de striation glaciaire, mais le problème n'est pas résolu pour cela.

L'alignement, *en relief*, des quelques filonets accompagnant sur l'un des échantillons le gros filon d'aspect, mais non de caractère, quartzeux; l'homogénéité, qui paraît parfaite et absolue à la loupe, de la masse du calcaire, examiné en cassure fraîche ou partout ailleurs qu'aux faces d'affleurement, réclament un complément d'investigation.

Tout d'abord, le simple essai fait à l'aide d'une pointe d'acier montre, en toute évidence, qu'il faut écarter l'hypothèse que les filons *en relief* seraient constitués par du quartz. Leur substance s'effrite assez aisément, ce qui, avec leur structure visiblement fibreuse et aciculaire, et leur résistance relative aux phénomènes de dissolution de la surface rocheuse d'affleurement, montre que nous sommes, sans doute, en présence de filons d'*aragonite*, tels qu'on en constate assez fréquemment dans les roches calcaires. Mais alors il suffirait que les sillons en traînées creuses qui couvrent, en si grande abondance, le restant de la surface rocheuse aux points d'exposition aux intempéries, fussent en *calcite*, par exemple, pour que le problème s'éclairât subitement. Entre l'*aragonite* et la *calcite*, il y a, en effet, suffisamment de différence dans le degré de résistance aux actions chimiques dissolvantes (1)

(1) E. Van den Broeck. *Note sur une cause de disparition de certains éléments fauniques des dépôts fossilifères de tout âge.* (Bull. Soc. belge de Géol., de Paléontol. et d'Hydrol., t. III, 1889. *Pr.-Verb.*, pp. 118-120.)

pour que l'on puisse admettre que dans une roche calcaire un peu siliceuse et de résistance *moyenne* entre celles de l'aragonite et de la calcite, la présence de filons de la première substance se manifeste par des *reliefs*, tandis que celle de la très soluble calcite se manifeste par des *stries en sillons*, soit par des *creux*.

La substance si homogène d'apparence de la roche calcaire des rochers de Naye renfermerait-elle donc, malgré l'impossibité d'y rien découvrir à l'œil nu, des caractères permettant d'affirmer qu'elle est traversée par d'innombrables filonets de calcite, disposés en réseaux multiples, constituant des doubles séries de cassures à angle droit, soit disposées comme les multiples petits sillons visibles à l'extérieur de la roche?

C'est au microscope qu'il appartenait naturellement de fournir un sérieux supplément d'information, et dans ce but, j'ai fait exécuter quelques coupes minces prélevées en divers points de mes échantillons de roches calcaires (primitivement un peu plus grands, pour ce motif, que les parties photographiées après le détachement de ces fragments).

Une partie de ces coupes ont été faites *parallèlement* aux surfaces d'affleurement représentées, d'autres *transversalement* à cette surface. Or, tout s'est alors complètement éclairé sous le microscope, et la solution du problème était définitivement obtenue.

Cette roche calcaire, si homogène d'aspect, si régulière dans sa composition apparente, est en réalité parcourue, traversée par une multitude innombrable de filons clairs, réellement microscopiques, d'une substance spéciale qui, étant donnée sa facilité d'attaque, paraît bien être de la *calcite* et qui constitue un matériel de remplissage, par exsudation des parois, d'un fin réseau de multiples systèmes de cassures ayant affecté pour ainsi dire toute la masse de la roche calcaire.

C'est ce matériel de remplissage d'un véritable chevelu entre-croisé de cassures qui, dans sa projection à la surface extérieure ou d'affleurement, fournit les zones linéaires et entre-croisées où sont localisés les points d'attaque, auréolés de blanc, dont les alignements constituent les stries blanches exhibées par la surface rocheuse.

Une première préparation, faite à l'aide d'un fragment détaché en x (fig. 2, pl. XX) et taillé suivant la surface d'affleurement striée, m'a permis de compter près de quarante microscopiques filons clairs se détachant nettement sur un champ de seulement 5 millimètres de roche grise calcaire.

Une autre m'a fourni neuf filonets sur une étendue d'un demi-millimètre; mais ce cas est assez exceptionnel, bien que j'aie encore trouvé,

localisés sur $^6/_{10}$ de millimètre, douze filonets translucides. Ces régions se trouvent en *y*, à l'autre extrémité du même bloc. Il semble vraiment que le calcaire soit à ce point pénétré de ce remplissage de microfissures qu'il donne l'impression d'un organisme envahi par le mycélium d'une dévorante moisissure.

Une troisième préparation, toujours parallèle à la surface, montre très nettement la même multiplicité de microfilonets et les exhibe nettement disposés en les multiples directions que fournirait une croix ordinaire combinée avec une croix de Saint-André ✳. Cette « rose » d'alignement, qui paraît correspondre à deux systèmes de cassures transversales, se voit d'ailleurs assez nettement dans la disposition des stries représentées dans la planche XX.

D'autres préparations montrent enfin une différenciation très nette dans les filons. Tandis que tous ceux, généralement fort étroits, qui montrent une série double, soit croisée à angle droit, se présentent sous le microscope sous forme de zones claires, blanchâtres, traversant comme de véritables cassures la masse du calcaire, il en est d'autres, fort rares relativement, isolés, à allures irrégulières et tourmentées, qui se présentent comme des filons translucides, jaunâtres ou légèrement ambrés, à bords non rectilignes. Leur structure fibreuse et leur aspect montrent clairement que l'on a ici affaire à de véritables filons analogues aux traînées *AB*, *CD* et *EF*, et nés d'un processus bien distinct de celui du chevelu de filonets blanchâtres, groupés sous forme de multiples systèmes de cassure, qui donnent naissance aux sillons ou stries des surfaces d'affleurement de la roche.

Ce sont ces filons à allure irrégulière, d'aspect hétérogène, de coloration jaunâtre, ambrée, qui constituent les quelques filets *en relief* qu'a montrés la surface de la roche n° 2.

Au point de vue des *dimensions*, le même contraste existe entre les deux types de filons. Tandis que les zones irrégulières, à plages jaunâtres, à structure fibreuse et à disposition isolée, des filons référables à l'aragonite sont assez volumineuses, les filonets rectilignes, réguliers, blanchâtres et disposés en séries croisées, que je crois pouvoir rapporter à l'élément calcite, sont des plus minuscules.

Les gros filons d'aragonite *AB* et *CD* ont de 2 à 4 millimètres de large. Ceux figurés en *EF*, *GH*, *IJ*, ont de 1 millimètre à $^1/_3$ de millimètre. Les autres, rencontrés par les préparations, n'ont parfois plus que $^1/_5$ de millimètre.

De leur côté, les microfilonets de calcite ayant donné naissance aux stries rectilignes de surface n'ont guère que de 1 à 5 *centièmes de*

millimètre, et tel est le motif pour lequel, en étudiant à la loupe le fond des petits sillons qu'ils constituent sur l'affleurement de la roche, il est impossible de se douter, non seulement à cause de ces dimensions réduites, mais encore par suite des colorations auréolées et hétérogènes produites dans ces zones d'altération alignées, qu'il existe là des filons d'une matière qui, comme la calcite, a servi de point initial d'attaque facile à la dissolution de la roche.

Ces entre-croisements de systèmes complexes de cassures orientées en séries à angle droit et se rencontrant, soit entre elles, soit avec les filons jaunâtres d'aragonite, donnent lieu à de curieux phénomènes de faillage et de déplacements internes, de petite amplitude, dans le sein de la roche calcaire. Ne serait-ce pas la preuve aussi que celle-ci aurait été broyée et pour ainsi dire laminée par les forces tectoniques ambiantes, alors qu'elle était déjà depuis longtemps consolidée et durcie?

Les préparations montrent des rejets, des dénivellations, bien faciles à constater, grâce à ces séries complexes de cassures ressoudées par la matière blanche et translucide du remplissage des microfilonets de calcite, source des stries extérieures de la roche.

Cette matière du remplissage des minces filets rectilignes est-elle bien de la *calcite* et les gros filons irréguliers sont-ils bien de l'*aragonite?*

Tout d'abord, la dualité des propriétés des filonets, dont les uns, plus résistants que la roche calcaire, apparaissent en relief à sa surface et dont les autres, plus attaquables, se traduisent sur cette surface sous forme de stries en creux, cette dualité, dis-je, complétée par des différences d'allures et de caractères divers, montre bien que nous sommes en présence de *deux substances différentes* dont les propriétés, en ce qui concerne leur degré de résistance aux causes d'altération des surfaces d'affleurement, s'accordent absolument avec les propriétés respectives de l'aragonite et de la calcite.

L'essai par la chaleur a confirmé ce que nous pouvions penser de la nature des filons irréguliers formant relief. Mais c'est dans la dualité des propriétés optiques de l'aragonite et de la calcite que nous devons chercher la preuve de notre interprétation. Seule, en effet, l'aragonite est biréfringente et jouit de la propriété d'avoir un axe de double réfraction.

Nos plaques minces qui exhibent à la fois des filons de l'une et de l'autre espèce, pourraient donc nous éclairer définitivement. Malheu-

reusement ces préparations n'ont pas été suffisamment amincies pour que l'examen optique ait pu être fait dans de bonnes conditions.

A ma prière, M. le lieutenant Mathieu, répétiteur à l'École militaire, a bien voulu se charger d'examiner les roches et les préparations, et, tout en regrettant de n'avoir pas à sa disposition des plaques mieux conditionnées et plus ténues, et qui, par conséquent, fussent devenues plus démonstratives, il croit pouvoir conclure dans le sens sus-indiqué, à savoir que nous avons affaire ici à un double dispositif de filons d'aragonite et de minces filonets de calcite.

De plus, il a bien voulu demander à M. Lindeman, professeur de chimie à l'École militaire, d'analyser un échantillon de la roche calcaire de Naye. Voici, d'après une Note de M. Lindeman, que je remercie ici de son aimable concours, ce qu'a produit cet examen :

« La masse fondamentale de la roche est constituée par du calcaire » contenant de la silice à l'état libre, de l'argile, ainsi que des traces » de magnésie. Les filonets blanchâtres *en relief* sont composés de » calcaire contenant de la silice à l'état libre, des traces de magnésie » et de strontium. Celui-ci ayant été décelé en solution chlorhydrique, » il est permis de croire que ce métal existe sous forme de carbonate » (strontianite). »

Si la confection défectueuse des plaques, trop épaisses, n'a pas permis à M. Mathieu d'obtenir la reconnaissance nette des caractères optiques de la calcite, pour ce qui concerne les filonets du mince chevelu de stries parallèles et entre-croisées, il a cependant pu reconnaître, par l'extrême rareté des stries hémitropes caractéristiques des sections de calcite, que c'est bien l'aragonite qui doit constituer les gros filons irréguliers, qu'un relief accentué différencie si nettement, sur la surface rocheuse, des filonets attribués avec une quasi-certitude à la très altérable calcite.

Lorsqu'on examine la disposition tectonique du massif crétacé auquel appartient la roche étudiée, on constate aisément que l'on est précisément ici en présence d'un immense synclinal, englobant avec le Jurassique tout le Crétacique, représenté par le Néocomien auquel appartiennent les « rochers de Naye » et par les « couches rouges », facies à Foraminifères, qui ailleurs servent de base à l'Éocène.

Le synclinal accentué des rochers de Naye est profond et relativement étroit, et il paraît probable que les couches néocomiennes et autres qui, dans ces parages, ont été affectées par le phénomène tectonique, ont dû subir d'importants phénomènes de tension, de torsion et de résistance au ploiement. Ce pourraient être ces actions tectoniques qui explique-

raient la structure éminemment fendillée que révèlent tant le microscope que l'aspect extérieur de la roche, ce dernier mettant en évidence, sous l'action des intempéries, le phénomène de broiement interne décelé par les sillons ou stries d'aspect glaciaire.

Si je me suis étendu assez longuement sur les détails structuraux d'une roche dont l'affleurement donnait si nettement l'impression de *stries glaciaires*, même après un examen à la loupe ne permettant pas d'écarter cette impression, c'est qu'il convenait de dissiper tout doute sur la démonstration à fournir sur l'absence absolue d'intervention d'origine glaciaire.

On a vu, au commencement de cette note, par le rappel d'observations antérieures de M. Stainier, que des causes diverses, n'ayant rien de commun avec l'action d'un glacier, peuvent amener des manifestations pouvant absolument s'interpréter comme « stries glaciaires ».

De son côté, M. Stanislas Meunier a montré, à diverses reprises, et par de multiples exemples, que les phénomènes mécaniques de déplacement, de frottement et de glissement des éléments lithologiques de duretés différentes, soumis aux phénomènes d'altération dus à la *dénudation souterraine*, provoquent des manifestations analogues.

Des galets calcaires ont été ainsi griffés et *striés* par des grains quartzeux, sans qu'aucun phénomène glaciaire ait eu à intervenir.

On comprend donc combien il est important d'élucider les phénomènes d'ordres divers donnant lieu aux mêmes apparences, et de ce qui précède il résulte que, soumise à l'action des intempéries, une roche calcaire un peu siliceuse et de résistance moyenne peut, grâce à la présence des deux éléments : aragonite et calcite — formant, à la suite de processus divergents, l'élément constitutif de ses deux espèces de filons — produire en même temps que des reliefs, rappelant celui des filons quartzeux, des séries entre-croisées de sillons linéaires ayant absolument l'aspect et les caractères de véritables « stries glaciaires ».

LISTE

DES

AUTEURS D'OUVRAGES NON PÉRIODIQUES

REÇUS EN DON

PAR LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE, DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

PENDANT L'ANNÉE 1899

DONS D'AUTEURS

(La pagination se rapporte aux Procès-Verbaux des séances mensuelles fournissant les titres.)

Agamennone, G., pp. 5, 124.
Akerman, Rich., p. 25.
Andersson, Frit., p. 25.
Balbi, V., p. 28.
Berghell, H., p. 25.
Bertrand, p. 25.
Bittner, Al., p. 156.
Bleicher, p. 25.
Böckh, J., p. 156.
Botti, U., p. 25.
Cleve, Th., p. 25.
Cornet, J., p. 186.
Cossmann, M., p. 191.
De Cort, Hugo, p. 161.
De Geer, G., p. 25.
De Launay, L., p. 25.
Deru, Al., p. 183.
Fegraens, Torb., p. 26.
Forster, M., p. 183.
Frames, Minett E., 183.
Fries, Th.-M., p. 26.
Gardner, Starkie, J., 183, 184, 191.
Gesell, Al., p. 156.
Goebel, Karl, p. 184.
Grönwall, Karl. A., p. 26.
Grubenmann, Ulrich, p. 156.
Gulliver, F.-P., p. 156.
Haddon, A.-C., p. 184.
Harzé, E., p. 5.
Hemmendorff, E., p. 26.
Herlin, R., p. 26.
Högborn, A.-G., pp. 26, 64.
Holm, G., p. 26.
Holst, N.-O., p. 26.
Issel, A., pp. 156, 191.
Janet, Ch., p. 162.

Jacquet, J.-B., p. 124.
Jones, T.-R., pp. 184, 185.
Josephson, Ol., p. 26.
Juhlin-Dannfelt, H., 26.
Karpinsky, p. 191.
Kennard, A.-S., p. 185.
Kirkby, J.-W., p. 185.
Lagrange, E., p. 124.
Lang, O., pp. 64, 162, 185.
Leith, George, p. 185.
Lindemann, F., p. 185.
Lindström, A., p. 26.
Linnarsson, J.-G.-O., p. 27.
Lundbohm, H., p. 27.
Margerie, p. 25.
Matthew, G.-F., pp. 65, 157, 162.
Meunier, St., pp. 157, 185.
Mojsisovics (Éd. von), p. 185.
Mourlon, M., pp. 31, 65, 185.
Munck (E. de), p. 186.
Munthe, H., p. 27.
Nathorst, A.-G., p. 27.
Nordenskjöld, N.-O.-G., pp. 27, 28.
Paijkull, C.-W., p. 28.
Pellat, Éd., p. 185.
Petersson, W., p. 28.
Plathan, A., p. 28.
Polis, P., pp. 28, 65, 124.
Poskin, p. 186.
Prestwich, J. (Mme), p. 185.
Rahir, Éd., p. 65.
Rancken, E., p. 28.
Reade, T. Mellard, pp. 5, 65.
Rizzo, p. 28.
Rollier, Em., p. 28.
Rutot, A., p. 186.
Sacco, F., p. 192.
Scheuer, V., p. 186.
Shadwell, A., p. 186.
Siemiradzki (J. von), p. 65.
Simoens, p. 65.
Sjögren, H., pp. 28, 29, 30.
Somzée, L., p. 65.
Svedelius, G.-E., p. 30.
Svedmark, E., p. 30.
Svenonius, F., p. 30.
Torell, O., p. 31.
Törnebohm, A.-E., p. 31.
Törnqvist, S.-L., p. 31.
Tullberg, S.-A., p. 31.
Tutkowski, P., p. 191.
Udden, J.-A., p. 124.
Van den Broeck, E., pp. 5, 31, 186, 187.
Vanhove, D., p. 187.
Walin, E., p. 162.
Wallerius, J.-D., p. 31.
Watt, J.-A., p. 124.
Westman, J., p. 31.
Withaker, William, p. 186.
Wiltshire, E., p. 185.
Woodward, B.-B., p. 185.
Woodward, H., p. 185.
Young, John, p. 185.
Zaccagna, D., p. 124.

LISTE

DES

ACADÉMIES, INSTITUTS, SOCIÉTÉS SAVANTES, MUSÉES, REVUES, JOURNAUX, ETC.

EN RELATIONS D'ÉCHANGE DE PUBLICATIONS

AVEC LA

Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie

AU 31 DÉCEMBRE 1899

(L'astérisque indique les institutions dont les publications ont été reçues pendant l'année 1899 et le numéro initial est celui de l'inscription du périodique à la Bibliothèque.)

AMÉRIQUE.

1328 **Albany.** State Geologist (*Report*).
2823* — Society of Natural Science (*Bulletin*).
Baltimore. John Hopkins University.
1734* — *American Chemical Journal.*
1735* — *Circulars.*
2662* — Maryland geological Survey (*Volume*).
2243* **Buenos-Aires.** Museo Nacional de Buenos-Aires (*Anales*).
Cambridge (Mass.). Museum of Comparative Zoology (Harvard College).
2109* — *Bulletin.*
2109*b** — *Mémoires.*
2097 **Davenport.** Academy of Natural Science (*Proceedings*).
2825* **Des Moines.** Iowa geological Survey (*Ann. Rep.*).
523* **Halifax.** Nova Scotia Institut of Natural Science (*Proc. and Trans.*).
2207* **Indianapolis.** Department of Geology and Natural Resources (*Annual Report*).
2481* — Indiana Academy of Science (*Proceedings*).
1407* **Rolla.** Geological Survey of Missouri (*Report*).
1162*b* **Lancaster.** New York Academy of Sciences (*Annals*).

Lawrence. University geological Survey of Kansas.
2688* — *Annual Bulletin.*
2688*b** — *Volume.*
2258* — Kansas University (*Quarterly*).
1736* **Lima.** Sociedad Geografica (*Boletin*).
2824* **Madison.** Wisconsin Academy of Science, Arts and Letters (*Transactions*).
2663 **Meriden.** Scientific Association (*Transactions*).
2094 **Mexico.** Comision geologica Mexicana (*Boletin*).
2289* — Instituto geologico (*Boletin*).
Minneapolis. Geological and Natural History Survey of Minnesota.
639 — *Annual Report.*
639*b* — *Bulletin.*
2368 — Minnesota Academy of Natural Science (*Bulletin*).
2070* **New Haven.** American Journal of Science.
2091* — Connecticut Academy of Arts and Sciences (*Transactions*).
New York. Academy of Sciences (late Lyceum of Natural History).
1162* — *Transactions.*
1162ter* — *Memoirs.*
2047 — Science.
1965* **Ottawa.** Commission de Géologie et d'Histoire naturelle du Canada (*Rapport annuel*).
1964 — Geological Survey of Canada (*Palaeozoic fossils*).
Philadelphie. Academy of Natural Sciences.
2089* — *Proceedings.*
2089*b** — *Journal.*
2257* — American Philosophical Society (*Proceedings*).
1522 **Quito.** Universidad Central del Ecuador (*Anales*).
1597* **Rochester.** Geological Society of America (*Bulletin*).
1575 — Rochester Academy of Sciences (*Proceedings*).
2023* **Topeka (Kansas).** Kansas Academy of Science (*Transactions*).
2513* — The University Geological Survey of Kansas (*Volume*).
2569 — Board of Irrigation Survey and experiment (*Report*).
1261 **Trenton.** Geological Survey of New Jersey (*Ann. Report*).
Washington. Geological Survey United States of America.
1292* — *Bulletin.*
1405* — *Monographs.*
1406 — *Annual Reports.*
1523 — *Mineral Resources.*
1164 — Smithsonian Institution (*Annual Report*).
1163 — National Museum (*Report*).

1795 **Washington.** Department of Agriculture. United States of America (*Bulletin*).
1942 — The Microscope.
2515* — American Monthly microscopical Journal.

ASIE.

Tokio. Imperial University Japan.
1731* — *Journal.*
2689* — *Calendar.*
— Geological Survey of Japan.
2913* — *Cartes géologiques.*
2914* — — *agronomiques.*
2915* — — *topographiques.*

EUROPE.

ALLEMAGNE.

Berlin. Königliche-preussische Akademie der Wissenschaften.
2090 — *Mathem. und Naturw. Mittheil.*
2607* — *Sitzungsberichte.*
— Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.
1101* — *Zeitschrift.*
1102* — *Verhandl.*
2016* — Deutsche geologische Gesellschaft (*Zeitschrift*).
1103 — Afrikanische Gesellschaft in Deutschland (*Mittheil.*).
Bonn. Naturhistorischer Verein der preussischen Rheinlande, Westphalens und des Reg.-Bezirks Osnabrück.
1408* — *Verhandlungen.*
1408*b* — *Sitzungsbericht.*
2405* — Niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde (*Sitzungsberichte*).
Dresde. Naturwissenschaftliche Gesellschaft Isis in Dresden.
903* — *Sitzungsberichte und Abhandlungen.*
553 **Erfurt.** Königliche Akademie der Wissenschaften (*Jahresb.*).
Francfort-s/Mein. Senckenbergische Naturforschende Gesellschaft
1759* — *Abhandlungen.*
1960* — *Bericht.*
2071* **Fribourg-en-Brisgau.** Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg I. B. (*Bericht*)

1105 **Giessen.** Oberhessische Gesellschaft für Natur- und Heilkunde (*Bericht*).
Göttingen. Königliche Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen.
2111* — *Nachrichten :* Mathem.-phys. Klasse.
2371 — *Abhandlungen.*
2111*b** — *Geschäftliche Mittheilungen.*
Halle. Kaiserliche Leopoldin. Carolinische deutsche Akademie der Naturforscher.
2098* — *Leopoldina.*
2098*b** — *Acta.*
2568* — Deutschen Elektrochemischen Gesellschaft (*Zeitschrift für Elektrochemie*).
1021 **Leipzig.** Geologische Specialkarte des Königreichs Sachsen.
— Vereins für Erdkunde.
2608 — *Mittheilungen.*
Munich. Königliche-bayerische Akademie der Wissenschaften.
2013* — *Sitzungberichte.*
2014 — *Abhandlungen.*
1554* **Rostock.** Verein der Freunde der Naturgeschichte in Mecklenburg (*Archiv*).
1798* **Strasbourg.** Geologische Specialkarte von Elsass-Lothringen (*Abhandlungen*).

AUTRICHE-HONGRIE.

Budapesth. Königlich Ungarische geologische Anstalt.
1012 — *Jahresbericht.*
1013* — *Mittheilungen.*
1011 — Ungarische geolog. Gesellschaft (*Földtani Közlöny*).
Cracovie. Académie des sciences.
1041* — *Bulletin international.*
1559* — *Rosprawy.*
1600* — *Sprawozdanie.*
2290* — Cartes géologiques de la Galicie.
Vienne. Kaiserlich-königliche Akademie der Wissenschaften.
2021* — *Sitzungsberichte.*
2022* — *Denkschriften.*
2021*b** — Philos.-Histor. Classe.
720* — Kaiserlich-königliches naturhistorisches Hofmuseum (*Annalen*).
— Kaiserlich-königliche geologisches Reichsanstalt.
2259* — *Verhandlungen.*
2259*b** — *Jahrbuch.*

BELGIQUE.

911* **Anvers.** Société royale de Géographie d'Anvers (*Bulletin*).

Bruxelles. Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique.

1181* — *Bulletin.*

1182* — *Annuaire.*

1891 — *Mémoires.*

1892* — *Mémoires couronnés et autres.*

1892*b* — *Mémoires des Savants étrangers.*

2209* — Annales des Mines (Ministère de l'Industrie et du Travail).

1340 — Association belge des Chimistes (*Bulletin*).

2095* — Bulletin de l'Agriculture (Ministère de l'Agriculture et des Travaux publics).

1250* — Annales des travaux publics (Ministère de l'Agriculture).

— Ministère de l'Industrie et du Travail.

1890* — *Carte géologique au 40 000e.*

2454* — *Bibliographia geologica.*

980* — Ciel et Terre.

2096* — La Technologie sanitaire.

— Observatoire Royal.

1184* — *Annales.*

1161* — *Bulletin quotidien.*

1161*b** — *Bulletin mensuel.*

1183* — *Annuaire.*

— Société belge d'Astronomie.

2265* — *Bulletin.*

2266* — *Annuaire.*

2370 — *Bibliographia astronomica.*

— Société belge de Microscopie.

1471* — *Annales.*

1471*b** — *Bulletin.*

— Société belge des Ingénieurs et des Industriels.

1797 — *Bulletin.*

2288* — *Rapport annuel.*

— Société d'Archéologie de Bruxelles.

1619* — *Annuaire.*

1690* — *Annales.*

1042* — Société royale belge de Géographie (*Bulletin*).

2356 **Bruxelles.** Société d'études coloniales (*Bulletin*).
— Société royale de Médecine publique.
1825* — *Tablettes mensuelles.*
1826* — *Bulletin.*
1168* — Société royale malacologique de Belgique (*Annales*).
— Société scientifique de Bruxelles.
1166* — *Revue des questions scientifiques.*
1167 — *Annales.*
2514* — Société d'anthropologie (*Bulletin*).
689* — Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie (*Bull.*).
2687* — Section permanente d'études du grisou (*Procès-Verbaux*).
2369 **Gembloux.** Station agronomique de l'État (*Bulletin*).
519* **Huy.** Cercle des Naturalistes hutois (*Bulletin*).
1371* **Liége.** Société géologique de Belgique (*Annales*).

DANEMARK.

2108* **Copenhague.** The Danish Biological Station (*Report*).

ESPAGNE.

Madrid. Comision del Mapa geologico de España.
2072 — *Boletin.*
2072*b** — *Memorias.*

FRANCE.

Abbeville. Société d'Émulation d'Abbeville.
981* — *Bulletin.*
2264* — *Mémoires in-8°.*
2264*b* — — *in-4°.*
2821 **Aix-en-Provence.** Académie des Sciences, Agriculture, Arts et Belles-Lettres (*Mémoires*).
2056* **Angers.** Société d'études scientifiques d'Angers (*Bulletin*).
2261 — Société nationale d'Agriculture, Sciences et Arts (*Mémoires*).
2010* **Autun.** Société d'Histoire naturelle d'Autun (*Bulletin*).
2664 **Béziers.** Société d'études des Sciences naturelles (*Bulletin*).
2260* **Bordeaux.** Société Linnéenne (*Actes*).

Caen. Société Linnéenne de Normandie.
1793* — *Bulletin.*
1793*b** — *Mémoires.*
2057 — Académie nationale des Sciences, Arts et Belles-Lettres (*Mémoires*).
1723 — Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences (*Bulletin*).
2262* **Carcassone.** Société d'études scientifiques de l'Aude (*Bulletin*).
1832* **Evreux.** Société normande d'études préhistoriques (*Bulletin*).
2480* **Grenoble.** Société de statistique des Sciences naturelles et des Arts industriels de l'Isère (*Bulletin*).
1326 **Le Havre.** Société géologique de Normandie (*Bulletin*).
Lille. Société géologique du Nord.
697* — *Annales.*
697*b* — *Mémoires.*
2263* **Lyon.** Société d'Agriculture, d'Histoire naturelle, etc. (*Annales.*)
1749* **Nantes.** Société des Sciences naturelles de l'Ouest de la France (*Bulletin*).
Paris. Académie des Sciences.
2017 — *Mém. sav. étrang.*
2018 — *Mémoires.*
2019 — *Mém. Pass. Vénus.*
2020* — *Comptes rendus des séances.*
2009* — Annales des Mines.
534* — Feuille des Jeunes Naturalistes.
534*b* — *Catalogue.*
1967* — Muséum d'Histoire naturelle (*Bulletin*).
1818* — Service de la Carte géologique détaillée de la France (*Bulletin*).
— Société de Géographie.
2043* — *Comptes rendus des séances.*
2044* — *Bulletin.*
1197* — Société d'Hydrologie médicale (*Annales d'Hydrologie*).
2045* — Société française de Minéralogie (*Bulletin*).
— Société géologique de France.
1290* — *Bulletin.*
1290*b* — *Compte rendu sommaire des séances.*
— Société de Spéléologie.
2148* — *Bulletin* (Spelunca).
2191* — *Mémoires.*
2793* — Revue critique de Paléozoologie.
2856* — Écho des mines et de la métallurgie.

Saint-Étienne. Société de l'Industrie minérale.
2041* — *Comptes rendus des séances.*
2042* — *Bulletin et atlas.*
Toulouse. Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres.
2058 — *Bulletin et Mémoires.*

GRANDE-BRETAGNE.

1968* **London.** Geologist's Association (*Proceedings*).
— Geological Society of London.
1010* — *Quarterly Journal.*
2288* — *Geological Literature.*
1450* — Geological Survey of the United Kingdom (*Memoirs*).
— Royal Society of London.
2048* — *Proceedings.*
2545* — *Year-Book.*
2690* — The Colliery Guardian.
Newcastle. North of England Institute of Mining and Mechanical Engineers.
2665* — *Transactions.*
2666* — *Annual Report.*
2040* **Plymouth.** Marine Biological Association of the United Kingdom (*Journal*).

ITALIE.

Catane. Accademia Gioenia di Scienze Naturali.
026 — *Atti.*
289* — *Bollettino.*
Milan. Societa italiana di Scienze naturali e Museo civico di storia naturale in Milano.
1989* — *Atti.*
1989*b* — *Memorie.*
Naples. Società reale di Napoli (Reale Accademia di Scienze fisiche e matematiche).
2012* — *Atti.*
2011* — *Rendiconto.*
837* — Società africana d'Italia (*Bolletino*).
Pise. Societa toscana di Scienze naturali.
2054* — *Procès-Verbaux.*
2055* — *Mémoires.*

343 **Rome.** Carte géologique d'Italie.
319* — Office météorologique (*Bulletin*).
293* — Reale Comitato Geologico d'Italia (*Bolletino*).
2254* — Società geologica italiana (*Bolletino*).
1797* **Rome** et **Modène.** Società sismologica d'Italia (*Bolletino*).
2255* **Turin.** Accademia delle Scienza di Torino (*Atti*).

NÉERLANDE.

Amsterdam. Koninklijke Akademie van Wetenschappen.
2037* — *Verhandelingen.*
2038* — *Verslagen.*
2039* — *Jaarboek.*
2024* **Leide.** Geolog. Leide Museum (*Sammlung*).

NORVÈGE.

Bergen. Bergens Museum.
2287* — *Aarbog.*
2267* — *Mémoires.*
2836* — *Report.*

PÉNINSULE BALKANIQUE.

1966 **Belgrade.** Annales géologiques de la Péninsule balkanique.

PORTUGAL.

530* **Lisbonne.** Commissào dos Trabalhos Geologicos de Portugal.
1160 **Porto.** Societade Carlo Ribeiro (Revista de Sciencias naturaes e sociaes).

ROUMANIE.

2372* **Bucharest.** Bureau géologique (*Harta geologica generala*).
2678* — Museului de Geologia (*Anuarulù*).

RUSSIE et FINLANDE.

1596* **Helsingfors.** Société de Géographie de Finlande (*Bulletin*).
864* **Kiew.** Société des Naturalistes (*Mémoires*).
Moscou. Société Impériale des Naturalistes.
2256* — *Bulletin.*
Saint-Pétersbourg. Académie impériale des Sciences.
1889 — *Bulletin.*
1889*b** — *Mémoires.*
— Comité géologique de Russie.
840* — *Bulletin.*
840*b** — *Bibliothèque géologique de la Russie* (suppl. au Bull.).
889* — *Mémoires.*
842* — Russ.-kaiserl. mineralog. Gesellschaft (*Verhandl.*).
843 — Matériaux pour servir à la géologie de la Russie.
2192 — Section géologique du cabinet de S. M. l'Empereur (*Travaux*).
— Société impériale des Naturalistes de Saint-Pétersbourg.
990* — *Comptes rendus des séances.*
990*b** — *Section de géologie et de minéralogie.*

SUÈDE.

1970* **Lund.** Universitas Lundensis (*Acta*).
Stockholm. Konglig. svenska vetenskap Akademie.
1223* — *Bihang.*
1224* — *Ofversigt.*
1222* — *Handlingar.*
2092* **Upsal.** University of Upsala Geol. Inst. (*Bulletin*).

SUISSE.

688 **Lausanne.** Société géologique suisse (*Eclogae geol. Helv.*) (*Mittheil.*).
1100 — Musée d'Histoire naturelle (*Rapport annuel*).
2269* — Société vaudoise des Sciences naturelles (*Bulletin*).
2093* **Zurich.** Naturforsch. Gesellschaft in Zurich. (*Vierteljahrsschrift*).

TURQUIE.

1971* **Constantinople.** Observatoire impérial (*Bulletin*).

OCÉANIE.

NOUVELLE-GALLES DU SUD.

Sydney. Australian Museum.
1601 — *Reports.*
1664* — *Records.*
982 — Department of Mines and Agriculture (*Ann. Report*).
— Geological Survey of New South Wales.
642* — *Records.*
983* — *Mémoires.*
983*b** — *Mineral Resources.*
2268* — Australian Mining Standard.

VICTORIA.

235* **Melbourne.** Secretary of Mines (*Ann. Report*).
1438 — Zoology of Victoria (*Prodromus*).
2667* — Geological Survey (*Progress Report*).

INDEX ALPHABÉTIQUE

DES

LOCALITÉS BELGES

AU SUJET DESQUELLES LE PRÉSENT VOLUME FOURNIT DES

RENSEIGNEMENTS GÉOLOGIQUES, PALÉONTOLOGIQUES ET HYDROLOGIQUES

DRESSÉ PAR

T. COOREMAN
Ingénieur.

SIGNES CONVENTIONNELS :
1 = Terrain primaire; **2** = T. secondaire; **3** = T. tertiaire; **4** = T. quaternaire et moderne; **5** = Phénomènes géologiques; **6** = Hydrologie; p. a. = Puits artésien; s. m. = Source minérale; * = Renseignements paléontologiques, listes; fig. = Figure dans le texte (1).

NOMS DES LOCALITÉS.	PAGINATION ET NATURE DES RENSEIGNEMENTS FOURNIS PAR LE TEXTE.
A	
Achène (Feuille de)	*Pr.-Verb.* 222-223. **4**.
Anvers	*Mém.* 39. **6**. — 225. **6**. — *Pr.-Verb.* 76. **6**. — 149-153.
B	
Baudour	*Pr.-Verb.* 32. **4**. – 175-176. **2**.
Bernissart	*Pr.-Verb.* 6-11. **2**.
Blankenberghe	*Mém.* 242-245. **6**. – *Pr.-Verb.* 75. **6**.

(1) Les chiffres précédés des mentions *Pr.-Verb.* et *Mém.*, qui accompagnent les noms des localités, indiquent respectivement la pagination des Procès-Verbaux et celle des Mémoires. Les chiffres gras et les signes divers qui suivent correspondent à une classification des matières ainsi établie : **1** = *Terrain éruptif* et *Terrain primaire;* **2** = *Terrain secondaire;* **3** = *Terrain tertiaire;* **4** = *Terrain quaternaire et moderne.* Le chiffre gras **5** indique que le texte fournit des données relatives aux *phénomènes géologiques*, le chiffre **6** signifie qu'il donne des renseignements *hydrologiques.* Lorsque les renseignements fournis proviennent d'une coupe de *puits artésien,* ces derniers chiffres sont suivis du signe *p. a.* Les localités pour lesquelles sont citées des *sources minérales* sont indiquées par le signe *s. m.* L'astérisque * accompagnant un chiffre gras indique la présence de liste de fossiles ou de renseignements paléontologiques quelconques. *Fig.* signifie : figure dans le texte. *Pl.* : Planche à la fin du volume.

Signes conventionnels :

1 = Terrain primaire; **2** = T. secondaire; **3** = T. tertiaire; **4** = T. quaternaire et moderne; **5** = Phénomènes géologiques; **6** = Hydrologie; p. a. = Puits artésien; s. m. = Source minérale; * = Renseignements paléontologiques, listes; Fig. = figure dans le texte.

NOMS DES LOCALITÉS.	PAGINATION ET NATURE DES RENSEIGNEMENTS FOURNIS PAR LE TEXTE.
Brabant (*le*)	*Pr.-Verb.* 222. **4**.
Breedene	*Mém.* 236-240. **6**.
Bruges	*Mém.* 245. **6**. — *Pr.-Verb.* 51-53. **4**.
Bruxelles	*Pr.-Verb.* 71-75. **6**.
Burght	*Mém.* 207-217. **3***. pl. XV.
C	
Clemskerke	*Mém.* 229. **6**.
Contich	*Mém.* 207-217. **3***.
Courtrai	*Pr.-Verb.* 94. **4**.
Coxyde	*Mém.* 238-239. **6**.
Crupet	*Pr.-Verb* 163-175. **6**. pl. A; 1 fig.
D	
Denderleeuw	*Pr.-Verb.* 75. **6**.
Dochamps	*Mém.* 323-334.
F	
Flandres (*les*)	*Pr.-Verb.* 222. **4**.
Furnes	*Mém.* 239. **6**.
G	
Gand	*Pr.-Verb.* 75. **6**.
Gottignies	*Pr.-Verb.* 32. **4**.
Grammont	*Mém.* 310. **4**.
Grandglise	*Pr.-Verb.* 125-148.
H	
Haine (*Vallée de la*)	*Pr.-Verb.* 70-71. **6**. — 222. **4**
Hal	*Pr.-Verb.* 71-73. **6**.
Hautrage	*Pr.-Verb.* 32. **4**. — 125-148.
Haversin	*Pr.-Verb.* 222-223. **5**.
Havré	*Pr.-Verb.* 32. **4**.
Hesbaye (*la*)	*Pr.-Verb.* 222. **4**.
Heyst	*Mém.* 236-249. **6**.
Hont (*le*)	*Mém.* 246. **6**.
Hoyoux (*le*)	*Mém.* 323-334.

SIGNES CONVENTIONNELS :

1 = Terrain primaire; **2** = T. secondaire; **3** = T. tertiaire; **4** = T. quaternaire et moderne; **5** = Phénomènes géologiques; **6** = Hydrologie; p. a = Puits artésien; s. m. = Source minérale; * = Renseignements paléontologiques, listes; Fig. = figure dans le texte.

NOMS DES LOCALITÉS.	PAGINATION ET NATURE DES RENSEIGNEMENTS FOURNIS PAR LE TEXTE.
K	
Knocke	*Mém.* 236-249. **6**.
L	
La Panne	*Mém* 229-240. **6**.
Le Coq	*Mém.* 229-239. **6**.
Lisseweghe	*Mém.* 243. **6**.
Lombartzyde	*Mém.* 239. **6**.
Louvain	*Pr.-Verb.* 73. **6**. — 251-254.
Lustin	*Pr.-Verb.* 171. **6**.
Lys (la)	*Pr.-Verb.* 94-101. **4**. — *Mém.* 310. **4**.
M	
Malines	*Pr.-Verb.* 76. **6**.
Marbehan	*Pr.-Verb.* 43-44. **4**.
Marchienne-au-Pont	*Pr.-Verb.* 104-105. **1**.
Mariakerke	*Mém.* 239. **6**.
Middelkerke	*Mém.* 241. **6**.
Mons	*Pr.-Verb.* 32. **4**. 69. **6**.
Mortehan	*Pr.-Verb.* 44. **3**.
N	
Nieuport	*Mém.* 219-249. **6**.
Nieuwmunster	*Mém.* 236. **6**.
Nil-Saint-Vincent	*Mém.* 13-33. pl. II-III. — *Pr.-Verb.* 148-149.
Nord (Mer du)	*Mém.* 219-265. **6**. pl. XVI-XVII.
O	
Oost-Dunkerke	*Mém.* 236. **6**.
Ostende	*Mém.* 219-249. **6**. — *Pr.-Verb.* 75. **6**.
Q	
Quenast	*Pr.-Verb.* 248-249. **1**.

SIGNES CONVENTIONNELS :

1 = Terrain primaire; 2 = T. secondaire; 3 = T. tertiaire; 4 = T. quaternaire et moderne; 5 = Phénomènes géologiques; 6 = Hydrologie; p. a. = Puits artésien; s. m. = Source minérale; * = Renseignements paléontologiques, listes; Fig. = figure dans le texte.

NOMS DES LOCALITÉS.	PAGINATION ET NATURE DES RENSEIGNEMENTS FOURNIS PAR LE TEXTE.
R	
Raversyde	*Mém.* 239. 241. **6**.
Rupel (*le*)	*Pr.-Verb.* 187-188.
S	
Saint-Mard	*Pr.-Verb.* 42-43. **4**.
Sirault	*Pr.-Verb.* 125-148.
Stambruges	*Pr.-Verb.* 125-148.
Steene	*Mém.* 241. **6**.
T	
Termonde	*Pr.-Verb.* 76. **6**.
V	
Villerot	*Pr.-Verb.* 125-148.
Vilvorde	*Pr.-Verb.* 71-73. **6**.
Vlissighem	*Mém.* 243. **6**.
W	
Walhem	*Mém.* 34. 69. **6**. pl. IV. V. VI. VII.
Wenduyne	*Mém.* 228-249. **6**.
Westende	*Mém.* 236-238. **6**.
Wiers	*Pr.-Verb.* 32. **1**.
Willebroek (*Canal de*)	*Pr.-Verb.* 187-188.
Wytschaete	*Pr.-Verb.* 101. **4**.
Z	
Zandvoorde	*Mém.* 240-241. **6**.
Zwyn (*le*)	*Mém.* 226-245. **6**.

TABLE DES PLANCHES.

PLANCHE I.

F. Sacco. — Documentation pour l'étude des Paleodictyon.

PLANCHES II ET III.

D. Van Hove. — Les cristaux de quartz de Nil-Saint-Vincent.

PLANCHES IV A VII.

Ad. Kemna. — Documents relatifs à la biologie du filtrage au sable.

PLANCHE VIII.

A. Issel. — Les îles en virgule de la baie d'Amphila.

PLANCHES IX A XIV.

Documents relatifs aux excursions de la Session extraordinaire annuelle de la *Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie*, tenue du 15 au 21 août 1898, à Nancy et dans les Vosges.

PLANCHE XV.

X. Stainier et **Éd. Bernays.** — *Cœloma Rupeliense* (Stainier) et *Cœloma Holzaticum* (Stolley).

PLANCHES XVI ET XVII.

C.-J. Van Mierlo. — La carte lithologique de la partie méridionale de la Mer du Nord et figuré de la zone de rencontre des courants de l'Escaut et de la Mer.

PLANCHES XVIII ET XIX.

O. Van Ysendyck. — Carte et figures relatives à la Session extraordinaire de 1899, tenue dans le bassin de Londres et dans la région du Weald.

PLANCHE XX.

E. Van den Broeck. — Phénomènes d'altération sur l'affleurement calcaire des « rochers de Naye », donnant l'impression de stries glaciaires.

PLANCHES HORS TEXTE DES PROCÈS-VERBAUX. — A.

E. Rahir. — Diagrammes des déversements de la source intermittente de Crupet.

PLANCHE B.

Ad. Kemna — *Asterionella formosa*, var. *gracillima*.

PLANCHE C.

Karpinsky. — La spire denticulée de *Helicoprion Bessonowi*.

TABLE DES MATIÈRES

DES

COMMUNICATIONS SCIENTIFIQUES

DISPOSÉES SYSTÉMATIQUEMENT

ET PAR ORDRE DE CHRONOLOGIE GÉOLOGIQUE

Phénomènes géologiques.

	PR.-VERB. Pages	MÉM. Pages
E. Van den Broeck. A propos d'un travail de M. *J.-R. Plumandon,* relatif aux poussières atmosphériques, présenté au IVe Congrès d'hydrologie, de climatologie et de géologie, à Clermont-Ferrand	33	
A. Rutot. Sur le creusement de la vallée de la Lys.	94	
A. Issel. Essai sur l'origine et la formation de la Mer Rouge (pl. VIII) .	163	**65**
Ch. Bommer. De l'action de la couverture végétale du sol sur sa composition chimique	172	
E. Van den Broeck. Origine des eaux minérales de Spa	173	
E. Van den Broeck. Contribution à l'étude de phénomènes d'altération dont l'interprétation erronée pourrait faire croire à l'existence de stries glaciaires (pl. XX)	203	**323**
G. Simoens. Sur une roche présentant des stries pseudo-glaciaires trouvée en Condroz (fig.).	222	
G. Schmitz. Un glissement fossile (fig.).	224	
G. Bleicher. Sur la dénudation du plateau central de Haye, ou forêt de Haye (Meurthe-et-Moselle)		**182**
G. Bleicher. Note sur la dénudation de l'ensemble du plateau lorrain et sur quelques unes de ses conséquenses		**190**
G. Bleicher. Note sur les phénomènes de métamorphisme de production de minerai de fer consécutifs à la dénudation du plateau de Haye (Meurthe-et-Moselle).		**187**

Nota. — Lorsqu'un titre se rapporte à la fois à plusieurs des rubriques de cette table, il se trouve reproduit dans chacune d'elles.

Grisou et corrélations grisouto-sismiques.

	Pr.-Verb. Pages.	Mém. Pages.
Catier. Phénomènes grisouteux du charbonnage de Marchienne, à Marchienne-au-Pont (janvier et février 1899)	104	
Michele Stefano de Rossi	108	
Mesures à prendre, en vue d'obtenir le concours des exploitants pour l'étude des manifestations grisouteuses	109	
Projet (restant à adopter, ou à modifier) de circulaire à adresser aux propriétaires, directeurs gérants et ingénieurs en chefs de charbonnages	111	
Ph. Glangeaud. La lutte contre le grisou	113	
A. Lebrun. Note sur une venue ancienne de gaz grisouteux dans la mine de sel de gemme de Saint-Laurent (Meurthe-et-Moselle)		**136**

Minéralogie, lithologie et gisements divers.

C.-J. Van Mierlo. La Carte lithologique de la partie méridionale de la Mer du Nord (pl. XVI et XVII)	157	**219**
Otto Lang. Couches à sels potassiques (traduction et résumé par M. *C. Klement*)	226	
Villain. Note sur le gisement de minerai de fer du Département de Meurthe-et-Moselle		**116**
Lebrun. Note sur le bassin salifère du Département de Meurthe-et-Moselle		**128**

Cristallographie.

D. Van Hove. Description cristallographique du quartz de Nil-Saint-Vincent (pl. II et III)	148	**13**

Géologie des terrains primaires.

J. Cornet. Compte rendu de l'excursion du 3 avril 1899 à Stambruges, Grandglise, Hautrages, Sirault et Villerot	125	

Paléontologie des terrains primaires.

J. Cornet. Compte rendu de l'excursion du 3 avril 1899 à Stambruges, Grandglise, Hautrages, Sirault et Villerot	125	
A. Karpinsky. Aperçu sur les vestiges d'Édestides et sur le nouveau genre Hélicoprion (fig. et pl.)	205	
E. Van den Broeck. Ce que doit signifier la spirale de Helicoprion	215	
A. Smith Woodward. Note sur l'Helicoprion et les Édestides (fig.)	230	
G. Simoens. Note sur Helicoprion Bessonowi *Karpinsky* (fig.)	235	
C. Van de Wiele. Aperçu sur les vestiges fossiles d'Édestides et le nouveau genre Helicoprion (fig.)	244	
Federico Sacco. Note sur l'origine des Paleodictyon (pl. I)	45	**1**

Géologie des terrains secondaires.

	Pr.-Verb. Pages.	Mém. Pages.
E. Van den Broeck. Nouvelles observations relatives au gisement des Iguanodons de Bernissart (1re partie). Étude critique sur les coupes et figures du gisement de Bernissart, dressées et publiées par *Éd. Dupont.*	5	
V. Dormal. Quelques rectifications géologiques	42	
J. Cornet. Les sables d'Hautrages (Bernissartien) (Le « Wealdien » du Hainaut)	141	
E. Van den Broeck. Nouvelles observations relatives au gisement des Iguanodons de Bernissart (2e partie). Étude par sondage des dépôts de recouvrement de la région des puits naturels de Bernissart. Le Cran du Nord et le sondage horizontal de 1864, au Cran du Midi	175	
E. Van den Broeck. Contribution à l'étude de phénomènes d'altération dont l'interprétation erronée pourrait faire croire à l'existence de « stries glaciaires » (pl. XX)	203	**323**
Compte rendu détaillé des excursions de la session extraordinaire annuelle de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie, tenue du 15 au 21 août 1898, à Nancy et dans les Vosges (pl. IX à XIV) . . .		**85**
G. Bleicher. Compte rendu de la course du matin, le 17 août 1898, aux « Quatre-Vents » et au « Champ-le-Bœuf » (plateau de Haye)		**98**
René Nicklès. Compte rendu détaillé de la course du 18 août 1898, à Varaugéville et Saulxures		**107**
G. Bleicher. Compte rendu de l'excursion à Pont-à-Mousson et de la visite aux usine métallurgiques		**115**
Paul Van Ysendyck. Compte rendu de la session annuelle extraordinaire de 1899, tenue dans le bassin de Londres et dans la région du Weald du 7 au 18 septembre 1899 (pl. XVIII et XIX)		**267**

Paléontologie des terrains secondaires.

	Pr.-Verb. Pages.	Mém. Pages.
E. Van den Broeck. Nouvelles observations relatives au gisement des Iguanodons de Bernissart. (Première partie.) Étude critique sur les coupes et figures du gisement de Bernissart dressées et publiées par *Éd. Dupont*.	5	
V. Dormal. Quelques rectifications géologiques	42	
Federico Sacco. Note sur l'origine des Paleodictyon (pl. I)	45	**1**
E. Van den Broeck. Nouvelles observations relatives au gisement des Iguanodons de Bernissart. (Deuxième partie.) Étude par sondage des dépôts de recouvrement de la région des puits naturels de Bernissart. Le Cran du Nord et le sondage horizontal de 1864, au Cran du Midi.	175	

Géologie des terrains tertiaires.

	Pr.-Verb. Pages.	Mém. Pages.
V. Dormal. Quelques rectifications géologiques	42	
J. Cornet. Compte rendu de l'excursion du 3 avril 1899 à Stambruges, Grandglise, Hautrages, Sirault et Villerot	125	
M. Mourlon. Compte rendu de l'excursion géologique faite dans la Campine limbourgeoise, les 21 et 22 mai 1899	159	
M. Mourlon. Résultats scientifiques des sondages effectués le long du canal de Willebroeck, et sur la rive gauche du Rupel pour la construction du canal et des installations maritimes de Bruxelles.	187	
Paul Van Ysendyck. Compte rendu de la Session annuelle extraordinaire de 1899, tenue dans le bassin de Londres et dans la région du Weald du 7 au 18 septembre 1899 (pl. XVIII et XIX).		**267**

Paléontologie des terrains tertiaires.

	Pr.-Verb. Pages.	Mém. Pages.
J. Cornet. Compte rendu de l'excursion du 3 avril 1899 à Stambruges, Grandglise, Hautrages, Sirault et Villerot	125	
Federico Sacco. Note sur l'origine des Paleodictyon (pl. I)	45	**1**
X. Stainier et **Éd. Bernays.** Identification du *Cœloma Rupeliense* (Stainier) et du *Cœloma Holzaticum* (Stolley) (pl. XV)		**207**

Géologie des terrains quaternaires.

	Pr.-Verb. Pages.	Mém. Pages.
J. Cornet. Sur le quaternaire sableux de la vallée de la Haine.	32	
Mellard Reade. Dépôts post-glaciaires traversés par le nouveau canal de Bruges	51	
A. Rutot. Sur le creusement de la vallée de la Lys	94	
M. Mourlon. Résultats scientifiques des sondages effectués le long du canal de Willebroeck et sur la rive gauche du Rupel pour la construction du canal et des installations maritimes de Bruxelles (*Résumé*) . .	187	
A. Rutot. Signification des graviers quaternaires. Leur indépendance des dépôts auxquels ils semblent servir de base; nouvelles coupes de quaternaire aux environs de Charleroi.	188	
A. Rutot. Sur les relations existant entre les cailloutis quaternaires et les couches qui les renferment	203	
A. Rutot. Distribution des couches quaternaires dans les vallées de la Belgique	221	
Compte rendu détaillé des excursions de la session extraordinaire annuelle de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie, tenue du 15 au 21 août 1898, à Nancy et dans les Vosges (pl. IX à XIV) (voir spécialement les notes suivantes).		**85**
G. Bleicher. Compte rendu détaillé de l'excursion du 20 août 1898 à Gérardmer et au col de la Schlucht		**137**

	Pr.-Verb. Pages.	Mém. Pages.
G. Bleicher. Compte rendu détaillé de l'excursion du 21 août 1898 à Saint-Maurice et à Bussang		**146**
Barthélemy. Compte rendu de l'excursion supplémentaire du lundi 22 août 1898, de Remiremont à Château-Lambert, par la route des crêtes		**156**
A. Rutot. Note complémentaire. L'origine probable du limon hesbayen.		**162**
J. Lorié. Observations supplémentaires sur le quaternaire de la Lorraine et des Vosges		**164**
Paul Van Ysendyck. Compte rendu de la session annuelle extraordinaire de 1899 tenue dans le bassin de Londres et dans la région du Weald du 7 au 18 septembre 1899 (pl. XVIII et XIX).		**267**
A. Rutot. Comparaison du Quaternaire de Belgique au Glaciaire de l'Europe centrale	203	**307**

Paléontologie des terrains quaternaires.

H.-E. Sauvage. Le Mammouth dans la partie Sud de la Mer du Nord.	59	

Hydrologie.

La question des eaux du Bocq	4-13-20	
Le projet Lambert pour l'alimentation d'Anvers par puits profond dans la craie	66	
Ad. Kemna. Le système de M. *G. Lambert* pour le captage des eaux de la craie	89	
A. Rutot Sur le creusement de la vallée de la Lys	94	
E. Rahir. Premiers documents pour l'étude de la source intermittente de Crupet (pl. A, hors texte)	163	
Rabozée. Observations faites à la source de Crupet en 1882 (fig.)	168	
E. Van den Broeck. Observations sur le même sujet	170	
A. Issel. Essai sur l'origine et la formation de la Mer Rouge (pl. VIII)		**65**
E. Van den Broeck. Origine des eaux minérales de Spa	173	
Ad. Kemna: Travaux américains récents sur la biologie des eaux potables. *Asterionella*. Une étude de la biologie hydrologique (pl. B)	192	
G.-C. Whipple. The Microscopy of drinking-water	198	
Paul Van Ysendyck. Compte rendu de la Session annuelle extraordinaire de 1899 tenue dans le bassin de Londres et dans la région du Weald du 7 au 18 septembre 1899 (pl. XVIII et XIX		**267**
G. Bleicher. Compte rendu détaillé de l'excursion du mardi 16 août 1898, de Nancy à Pagny-sur-Moselle avec retour par Messein		**88**

Eaux minérales.

E. Van den Broeck. Origine des eaux minérales de Spa	173	
G. Bleicher. Note sur les eaux minérales de Bussang		**153**

Divers.

	Pr.-Verb. Pages.	Mém. Pages.
E. Van den Broeck. Le phénomène des migrations dans ses rapports avec la géologie, avec la paléontologie et avec l'origine des espèces. Comment il a été interprété et comment il faut le comprendre. La migration séculaire des milieux. (*Résumé.*)	11	
E. Van den Broeck. Le paléontologiste Marsh. (*Comm. orale.*)	101	
E. Van den Broeck. La géologie et les travaux publics	149	
Ad. Kemna. Travaux américains récents sur la biologie des eaux potables. Asterionella. Une étude de biologie hydrologique (pl. B)	192	
E. Van den Broeck. Inauguration, à Louvain, du Musée géologique des bassins houillers belges	251	**2**
J. William Dawson (*Notice nécrologique sur*)	255	
W. Lucas. Comment s'explore le sol d'une forêt vierge (Ile Obi-Moluques).	200	
Ad. Kemna. La biologie du filtrage du sable (pl. IV à VII)		**34**
G. Bleicher. Compte rendu de l'excursion à Dombasles et Einville, visite aux usines et exploitations Solvay et Cie, et à Raon-l'Étape		**127**

Bulletin bibliographique.

	Pr.-Verb. Pages.	Mém. Pages.
Mellard Reade. Dépôts post-glaciaires traversés par le nouveau canal de Bruges (*résumé par M. le Dr Van de Wiele*)	51	
H.-E. Sauvage. Le Mammouth dans la partie Sud de la Mer du Nord (*texte intégral*)	63	
A. Renard. Recherches sur le mode de structure des météorites chondritiques (*résumé par M. le Dr Van de Wiele*)	219	
De Martonne. Sur la période glaciaire dans les Karpathes méridionales (*résumé par M. le Dr Van de Wiele*)	220	
Ortmann. The fauna of the Magellanian beds of Punta Arenas (Chile) (*résumé français par M. le Dr Van de Wiele*)	248	
de la Vallée Poussin et **Renard.** Notice sommaire sur la porphyrite de Quenast (*résumé par le M. le Dr Van de Wiele*)	249	
J.-M. Péroche. Des marées et de leur action érosive sur nos côtes (*résumé par M. le Dr Van de Wiele*)	250	
J. Gosselet. Sur le tun aux environs de Lille (*résumé par M. le Dr Van de Wiele*)	250	
E. Bertrand. Nodules du calcaire carbonifère de Hardinghem (*résumé par M. le Dr Van de Wiele*)	250	
J. Kersten et **H. Bogaert.** Étude sur le gisement inférieur de la veine Désirée (*résumé par M. le Dr Van de Wiele*)	251	
E. Van den Broeck. Documents bibliographiques pour l'étude géologique de la Lorraine et des Vosges, réunis à l'occasion de la session extraordinaire de 1898		**193**

TABLE GÉNÉRALE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME XII (1899)

DU

BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES.

Pages.

Composition du Bureau et du Conseil de la Société pour l'exercice 1899 2

Séance mensuelle du 31 janvier 1899.

La question des eaux du Bocq. 4

E. Van den Broeck. Nouvelles observations relatives au gisement des Iguanodons de Bernissart (première partie). Étude critique sur les coupes et figures du gisement de Bernissart, dressées et publiées par M. Éd. Dupont . . 6

E. Van den Broeck. Le phénomène des migrations dans ses rapports avec la géologie, avec la paléontologie et avec l'origine des espèces. Comment il a été interprété et comment il faut le comprendre. La migration séculaire des milieux (*Résumé*). 11

Séance mensuelle du 28 février 1899.

La question des eaux du Bocq. 13

Séance mensuelle du 21 mars 1899.

La question des eaux du Bocq 20

J. Cornet. Sur le Quaternaire sableux de la vallée de la Haine 32

E. Van den Broeck. A propos d'un travail de M. J.-R. Plumandon, relatif aux poussières atmosphériques, présenté au IVe Congrès d'Hydrologie, de Climatologie et de Géologie, à Clermont-Ferrand. 33

V. Dormal Quelques rectifications géologiques 42

F. Sacco L'origine des Paleodictyons (*Résumé*). 45

Annexe a la Séance.

Pages.

Mellard Reade. Dépôts post-glaciaires traversés par le nouveau canal de Bruges. (*Quarterly Journal of the Geological Society*, août 1898, vol. LIV.) — (*Analyse critique par le M. Dr Van de Wiele*) 51

H.-E. Sauvage. Le Mammouth dans la partie Sud de la mer du Nord 59

Séance mensuelle du 18 avril 1899.

Le projet Lambert pour l'alimentation d'Anvers par puits profond dans la craie. (Rapport présenté, au nom de la Commission spéciale, par M. **A. Rutot**). . . 66

Discussion du rapport et annexes 77

Ad. Kemna. Le système de M. G. Lambert pour le captage des eaux de la craie. 89

A. Rutot. Sur le creusement de la vallée de la Lys 94

Notes et informations diverses. Expédition antarctique belge 102

Séance du 26 avril 1899 de la Section permanente d'études du grisou.

E. Van den Broeck. Rectification à quelques détails de sa communication du 14 novembre 1898 103

Catier. Phénomènes grisouteux du Charbonnage de Marchienne-au-Pont (janvier et février 1899) 104

Élections complémentaires du Bureau de la Section 107

Michele Stefano de Rossi. (Notice nécrologique). 108

Question mise à l'ordre du jour : Mesures à prendre en vue d'obtenir le concours des exploitants pour l'étude des manifestations grisouteuses 109

Annexe a la Séance.

Projet (restant à adopter ou à modifier) de circulaire à adresser aux propriétaires et directeurs gérants et ingénieurs en chef de charbonnages. (Texte proposé par M. **E. Van den Broeck**. 111

Ph. Glangeaud. La lutte contre le grisou. (*Revue générale des sciences pures et appliquées*, 10e année, no 11, 15 juin 1899) 113

Séance mensuelle du 16 mai 1899.

J. Cornet. Compte rendu de l'excursion du 3 avril 1899 à Stambruges, Grandglise, Hautrages, Sirault et Villerot (englobant la note ci-dessous) 125

Les sables d'Hautrages (Bernissartien). (Le « Wealdien » du Hainaut). 141

Van Hove. Description cristallographique des quartz de Nil Saint-Vincent. . . 148

E. Van den Broeck. La géologie et les travaux publics 149

Séance mensuelle du 20 juin 1899.

Pages.

M. Van Mierlo. La carte lithologique de la mer du Nord le long des côtes belges. 157

M. Mourlon. Compte rendu de l'excursion géologique faite dans la Campine limbourgeoise les 21 et 22 mai 1899 159

Séance mensuelle du 18 juillet 1899.

Arthur Issel. Essai sur l'origine de la mer Rouge. (Présentation du travail pour les *Mémoires*) 163

E. Rahir. Premiers documents pour l'étude de la source intermittente de Crupet (avec planche A hors texte) 163

H. Rabozée. Observations faites, en 1882, à la fontaine intermittente de Crupet 168

E. Van den Broeck. Observations sur le même sujet. 170

M. Bommer. De l'action de la couverture végétale du sol sur sa composition chimique 172

E. Van den Broeck. A propos de l'origine des eaux minérales de Spa 173

E. Van den Broeck. Nouvelles observations relatives au gisement des Iguanodons de Bernissart (deuxième partie). Étude par sondage des dépôts de recouvrement de la région des puits naturels de Bernissart. Le Cran du Nord et le sondage horizontal de 1864 au Cran du Midi. 175

Séance mensuelle du 17 octobre 1899.

M. Mourlon. Résultats scientifiques des sondages effectués le long du canal de Willebroeck et sur la rive gauche du Rupel pour la construction du canal et des installations maritimes de Bruxelles. (*Résumé.*) 186

A. Rutot. Signification des graviers quaternaires. Leur indépendance des dépôts auxquels ils semblent servir de base; nouvelles coupes de Quaternaire aux environs de Charleroi. (*Résumé.*) 187

Séance mensuelle du 21 novembre 1899.

Ad. Kemna Travaux américains récents sur la biologie des eaux potables. Asterionella. Une étude de biologie hydrologique 192

G.-C. Whiple The microscopy of drinking-water. (Analyse par **Ad. Kemna**). . 198

W. Lucas. Comment s'explore le sol d'une forêt vierge (île Obi : Moluques). . . 200

A. Rutot. Sur les relations existant entre les cailloutis quaternaires et les couches qui les renferment. (*Présentation d'un mémoire sur ce sujet et résumé.*) . . . 203

E. Van den Broeck. Contribution à l'étude de phémonènes d'altération dont l'interprétation erronée pourrait faire croire à l'existence de « stries glaciaires ». (*Résumé.*) 203

A. Karpinsky. Aperçu sur les vestiges d'Edestides et sur le nouveau genre Helicoprion (fig.). (*Résumé par M. le Dr Van de Wiele.*). 205

E. Van den Broeck. Ce que doit signifier la spirale de Helicoprion. 215

ANNEXE A LA SÉANCE.

Bulletin bibliographique.

Pages.

A. Renard. Recherches sur le mode de structure des météorites chondritiques. (*Résumé par M. le Dr Van de Wiele.*) 219

De Martonne. Sur la période glaciaire dans les Karpathes méridionales. (*Résumé par M. le Dr Van de Wiele.*) 220

Séance mensuelle du 19 décembre 1899.

A. Rutot. Distribution des couches quaternaires dans les vallées de la Belgique. 221

G. Simoens. Sur une roche présentant des stries pseudo-glaciaires, trouvée en Condroz (fig.) 222

G. Schmitz. Un glissement fossile (fig.) 224

Otto Lang. Couches à sels potassiques. (*Traduction et résumé par M. C. Klement.*). 226

Discussion sur l'appareil spiral de Helicoprion *Karpinsky*. 230

A. Smith Woodward. Note sur l'Helicoprion et les Edestidés (fig.) 230

Ad. Kemna. Observations sur le même sujet. 233

G. Simoens. Note sur Helicoprion Bessonowi *Karpinsky* (fig.) 235

ANNEXE A LA DISCUSSION SOULEVÉE AU SUJET DE HELICOPRION.

C. Van de Wiele. Aperçu sur les vestiges fossiles d'Edestidés et le nouveau genre Helicoprion *A. Karpinsky* (fig.). 244

ANNEXE A LA SÉANCE.

Bulletin bibliographique.

Ortmann. The fauna of the Magellanian beds of Punta Arenas (Chile). (*Résumé par M. le Dr Van de Wiele.*) 248

de la Vallée Poussin et **Renard.** Notice sommaire sur la porphyrite de Quenast. (*Résumé par M. le Dr Van de Wiele.*) 248

J.-M. Péroche. Des marées et de leur action érosive sur nos côtes. (*Résumé par M. le Dr Van de Wiele.*) 250

J. Gosselet. Sur le tun aux environs de Lille. (*Résumé par M. le Dr Van de Wiele.*). 250

E. Bertrand. Nodules du calcaire carbonifère de Hardinghem. (*Résumé par M. le Dr Van de Wiele.*) 250

J. Kersten et **H. Bogaert.** Étude sur le gisement inférieur de la veine Désirée. (*Résumé par M. le Dr Van de Wiele.*) 251

Notes et informations diverses.

Pages.

E. Van den Broeck. Inauguration, à Louvain, du Musée géologique des bassins houillers belges 251

J. William Dawson. (*Notice nécrologique sur*) 255

Assemblée générale annuelle du 16 janvier 1900.

Rapport annuel du Président 257

Approbation des comptes de l'année 1899 et rapport du Trésorier 268

Session extraordinaire de 1900 et programme des excursions de l'année.

Conférences 271

Élections diverses 271

Composition du Bureau, du Conseil et des Comités pour l'exercice 1900 272

Décisions du Conseil 273

MÉMOIRES.

Federico Sacco. Note sur l'origine des Paleodictyon (pl. I). 1

D. Vanhove. Description cristallographique du quartz de Nil-Saint-Vincent (pl. II et III). 13

Ad. Kemna. La biologie du filtrage au sable (pl. IV à VII) 34

A. Issel. Essai sur l'origine et la formation de la Mer Rouge (pl. VIII) 65

Compte rendu détaillé des excursions de la Session extraordinaire annuelle de la *Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie,* tenue du 15 au 21 août 1898, à Nancy et dans les Vosges (pl. IX à XIV). 85

J. Lorié. Observations supplémentaires sur le Quaternaire de la Lorraine et des Vosges 164

G. Bleicher. Sur la dénudation du plateau central de Haye ou forêt de Haye (Meurthe-et-Moselle) 182

G. Bleicher. Note sur les phénomènes de métamorphisme et de production de minerai de fer, consécutifs à la dénudation du plateau de Haye (Meurthe-et-Moselle). 187

G. Bleicher. Note sur la dénudation de l'ensemble du plateau lorrain et sur quelques-unes de ses conséquences 190

E. Van den Broeck. Documents bibliographiques pour l'étude géologique de la Lorraine et des Vosges réunis à l'occasion de la session extraordinaire de 1898. 193

X. Stainier et **Ed. Bernays.** Identification du Cœloma rupeliense (Stainier) et du Cœloma holzaticum (Stolley) (pl. XV) 207

Pages.

C.-J. Van Mierlo. La carte lithologique de la partie méridionale de la Mer du Nord (pl. XVI et XVII) 219

Paul Van Ysendyck. Compte rendu de la session annuelle extraordinaire de 1899 tenue dans le bassin de Londres et dans la région du Weald, du 7 au 18 septembre 1899 (pl. XVIII et XIX) 267

A. Rutot. Comparaison du Quaternaire de Belgique au Glaciaire de l'Europe centrale 307

E. Van den Broeck. Contribution à l'étude de phénomènes d'altération dont l'interprétation erronée pourrait faire croire à l'existence de stries glaciaires (pl. XX) 323

TABLES, INDEX ET LISTES

Bibliothèque de la Société :

1° Liste des auteurs d'ouvrages non périodiques reçus en don par la Société pendant l'année 1899 I

2° Liste générale des échanges périodiques faits par la Société, comprenant la liste des ouvrages périodiques reçus en échange par la Société pendant l'année 1899 III

Index alphabétique des localités belges au sujet desquelles le présent volume fournit des renseignements géologiques, paléontologiques et hydrologiques. XIV

Table des planches XVIII

Table des matières des **communications scientifiques** disposées systématiquement et par ordre de **chronologie géologique** XIX

Table générale des matières contenues dans le tome XIII (1899) du *Bulletin de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie* . . XXV

ERRATA DES PROCÈS-VERBAUX

P. 119, au bas du diagramme, à gauche, *au lieu de :* 750^{m2}, *lisez :* 730^{mm}.

P. 191, dans les dons et envois reçus, en regard du n° 2920, *lisez :* 68 p. *au lieu de :* 66 p.; en regard n° 2925, *lisez :* 1898 *au lieu de :* 1891, et en regard du n° 2929, *lisez :* intorno *au lieu de :* intorne.

P. 196, § 5, ligne 8, *au lieu de :* centimètres, *lisez :* degrés.

EXPLICATION DE LA PLANCHE I.

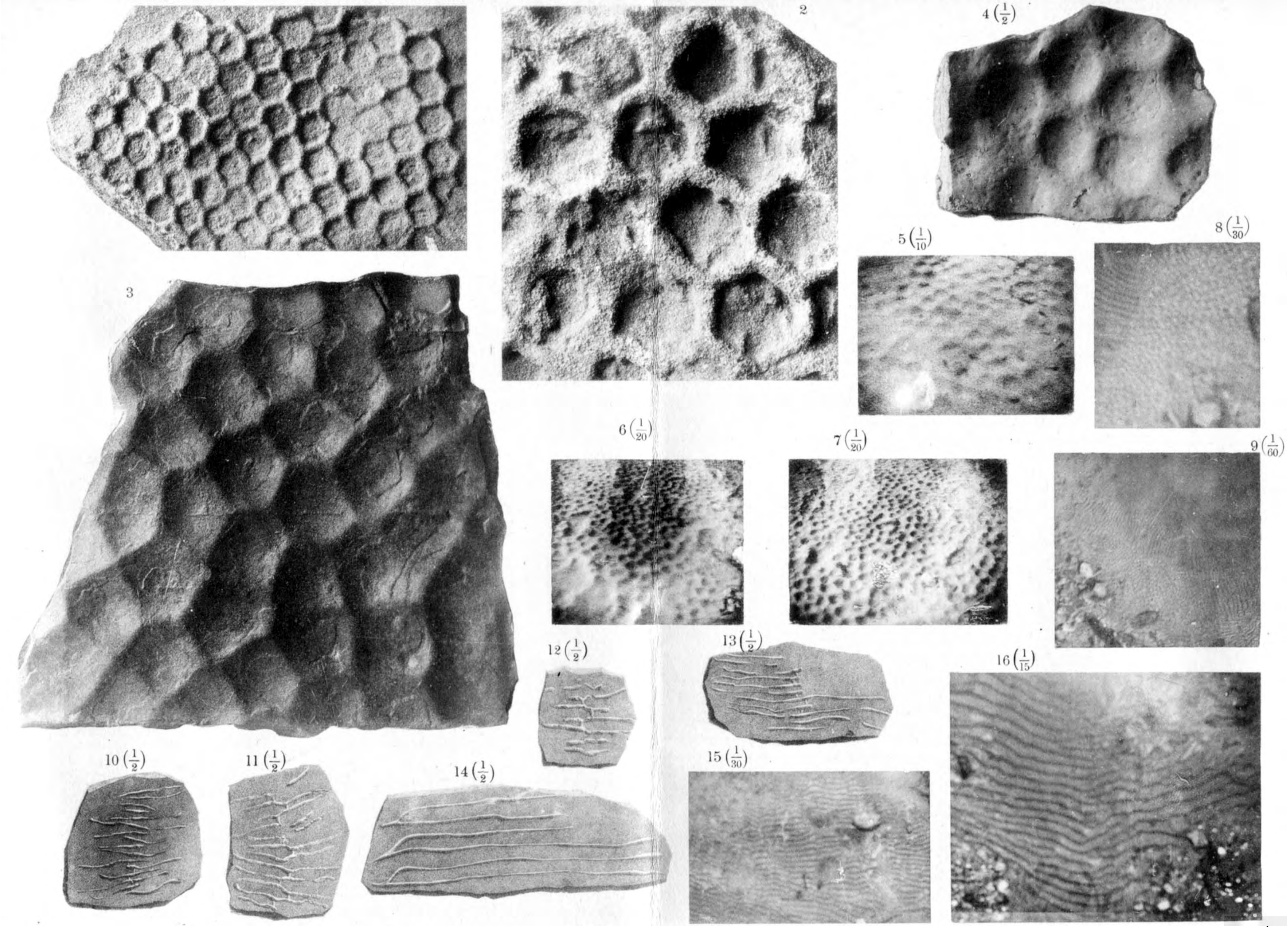
		Localité.
1.	*Paleodictyon regulare* Sacc. (Oligocène). . .	Cioccale (Tortonais).
2.	*Paleodictyon tectiforme* Sacc. (Miocène). . .	Trezzo d'Alba (Piémont).
3.	*Batrachoides nidificans* Hitchcock. (New red Sandstone) (1)	South Hadley (Connecticut River U. S. A).
4.	Fond de mare desséchée (2).	Près du torrent Candigliano, peu au-dessus du Pas du Furlo (Marches).
5.	Fond d'anse d'un petit torrent (3)	Près de Nidastore (Nord de Arcevia Marches).
6, 7.	Fond d'une anse du T. Potenza (3)	200 mètres en aval de Castel Raimondo. (Apennin central).
8, 9.	Fond d'une anse du Pô (4).	Rive gauche du Pô, près Turin.
10-13.	*Desmograpton* (Reproduction photographique des dessins de M. Fuchs)	Flysch de Mugnone près de Rignano (Toscane).
14.	*Urohelminthoida* Sacc. 1888. (*Hercoraphe* Fuchs 1895.) (Reproduction photographique des dessins de M. Fuchs.)	Flysch de Mugnone près de Rignano (Toscane).
15, 16.	Fond d'une anse du Pô (4)	Rive gauche du Pô près Turin.

(1) En 1888, pendant le Congrès géologique international à Londres, j'eus l'occasion d'observer dans les collections du *British Museum* (Natural History) une belle plaque de ce fossile, plaque que le professeur Henry Woodward, *Keeper* de la Section géologique, eut la bonté de me faire reproduire en plâtre, pour me l'expédier à Turin. C'est de ce magnifique modèle que je présente ici la phototypie.

(2) En séchant les mares, les cavités rétiformes généralement s'abattent, s'oblitèrent et sont bientôt détruites. Le fragment photographié fut coupé par moi simplement avec un couteau sur le fond bourbeux d'une mare justement desséchée et qui conservait encore son fond rétiforme, comme dans les figures 5-9, quoique avec les reliefs déjà déprimés et abattus.

(3) Ces mauvaises photographies furent faites avec un simple *Pocket-Kodak* à pellicules que je porte toujours dans mes excursions; cela explique leur imperfection, considérant aussi que les surfaces photographiées étaient horizontales, sous eau, et dans des positions difficilement accessibles.

(4) Photographies de fonds sableux, couverts d'eau mouvante et faites en des positions incommodes, avec de petits appareils à main; elles montrent cependant les reliefs rétiformes (fig. 8, 9) des *Paleodictyon* et les reliefs à *Urohelminthoida* (*Hercoraphe*) et à *Desmograpton* et, dans l'ensemble, les *Tropfenplatte*.



ELIOT. CALZOLARI & FERRARIO. MILANO

Figure 1.

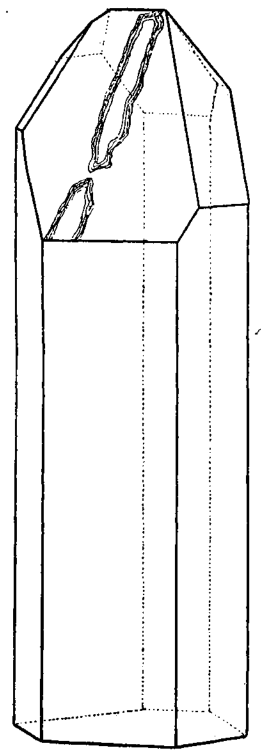


Figure 2.

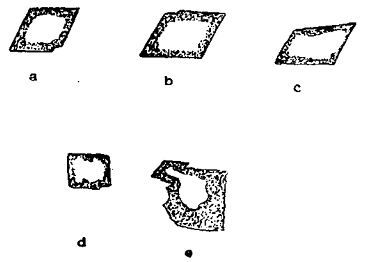


Figure 3.

Figure 4.

Figure 5.

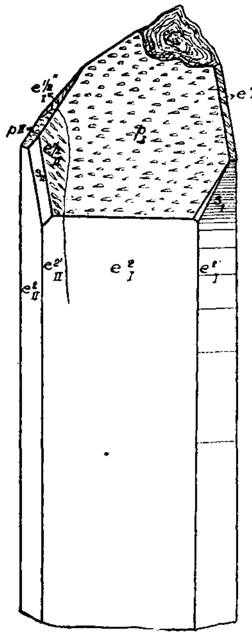


Figure 6.

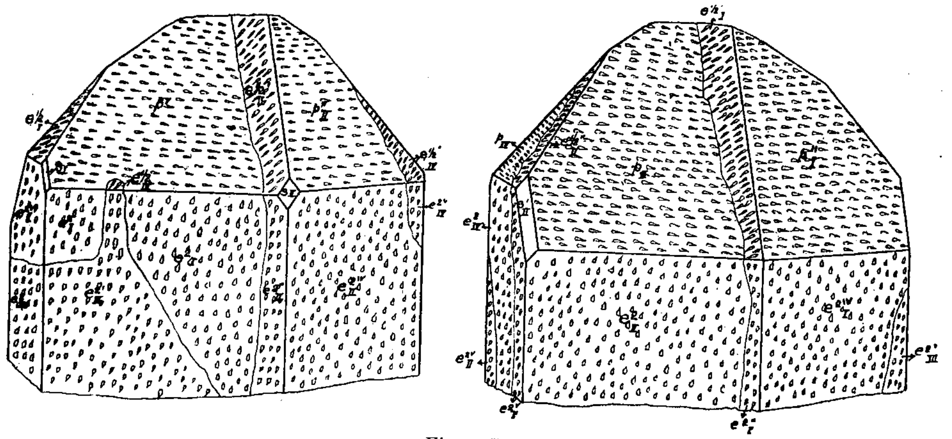


Figure 7a.

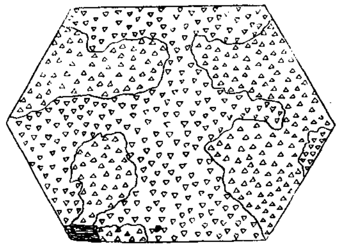


Figure 7b.

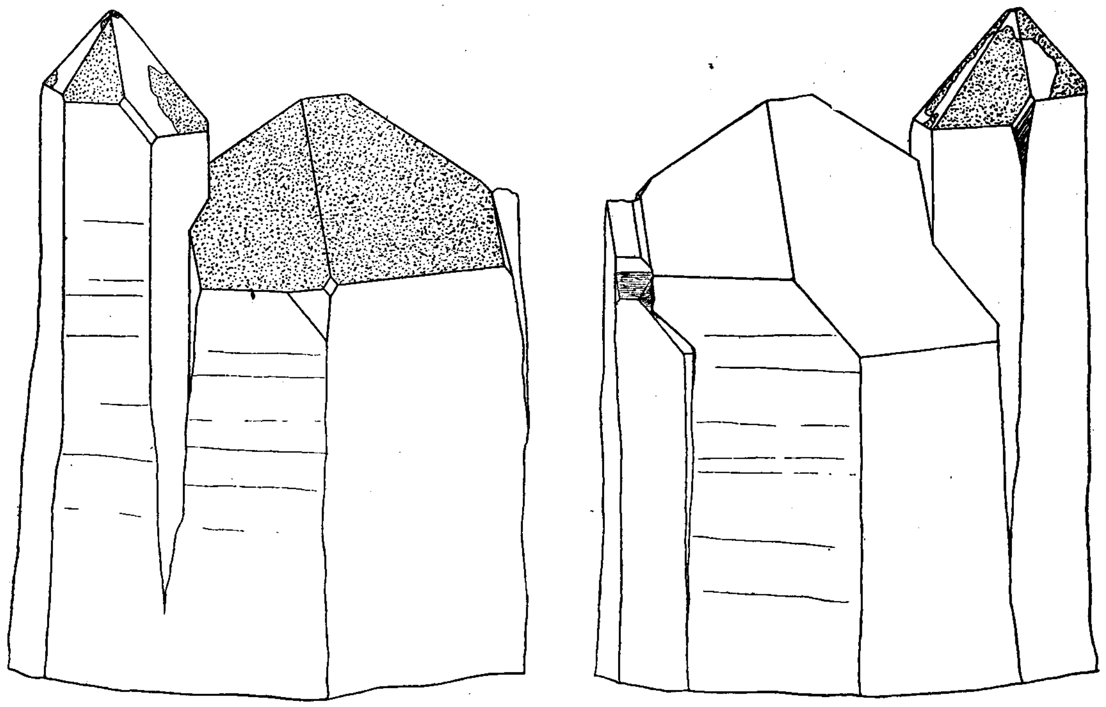


Figure 8.

D. Vanhove. — Description des Cristaux de Quartz de Nil-St-Vincent.

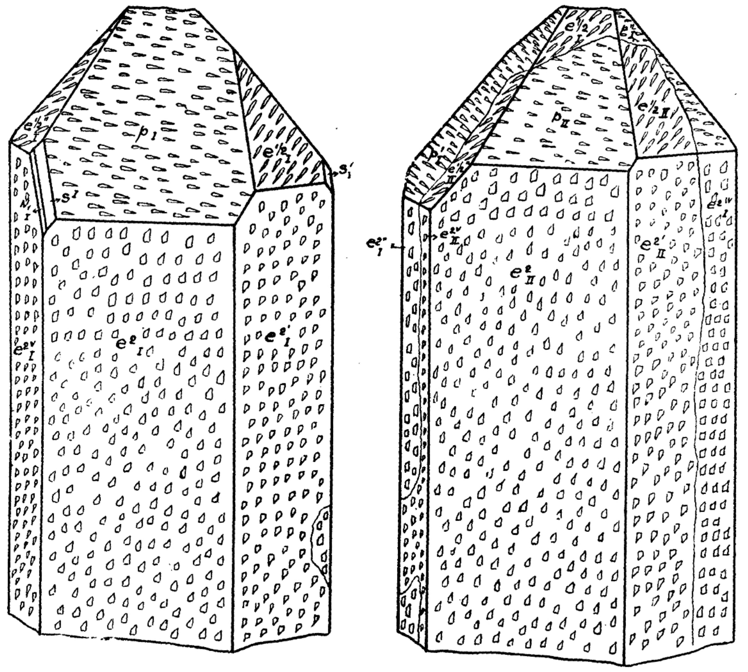


Figure 9.

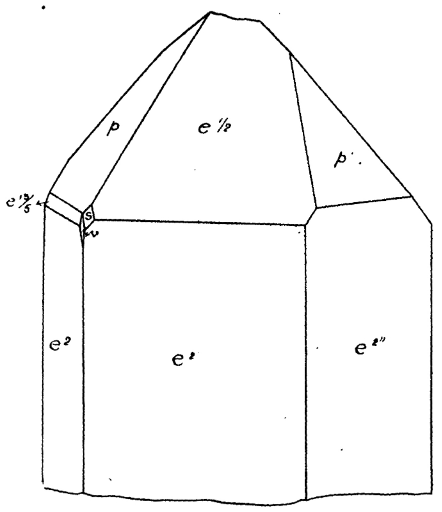


Figure 10.

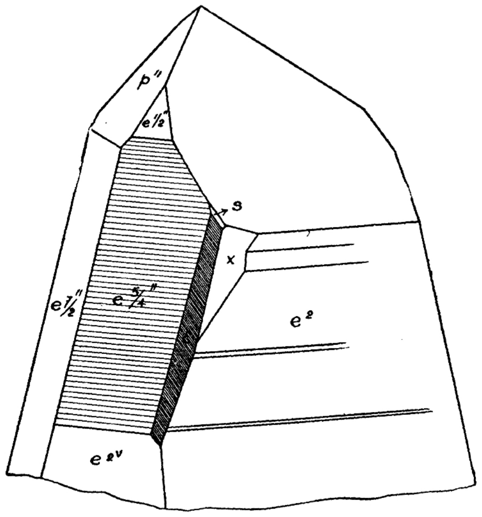


Figure 11.

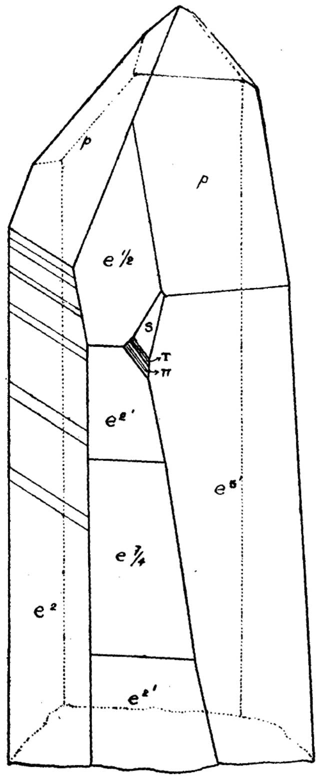


Figure 12.

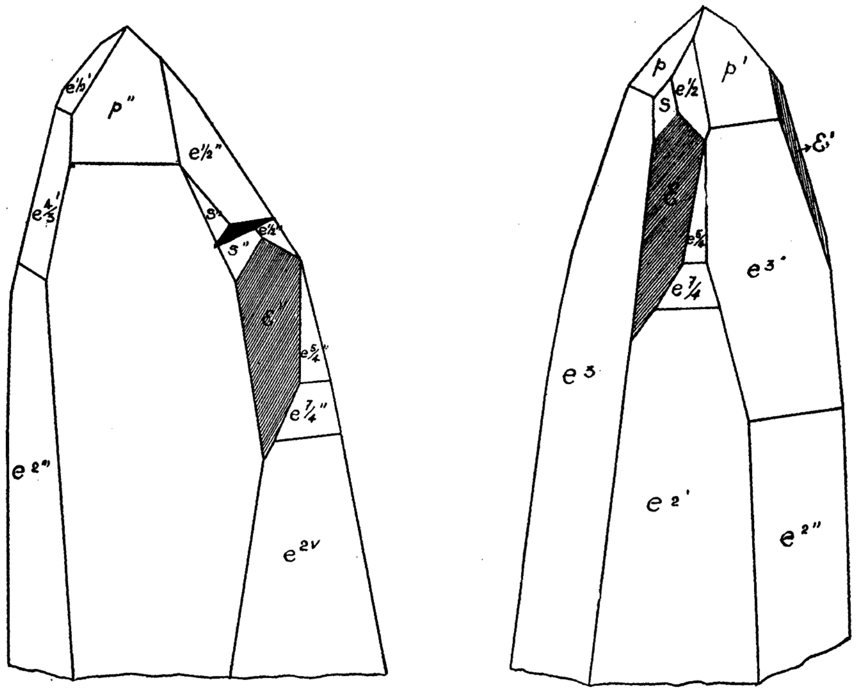


Figure 13.

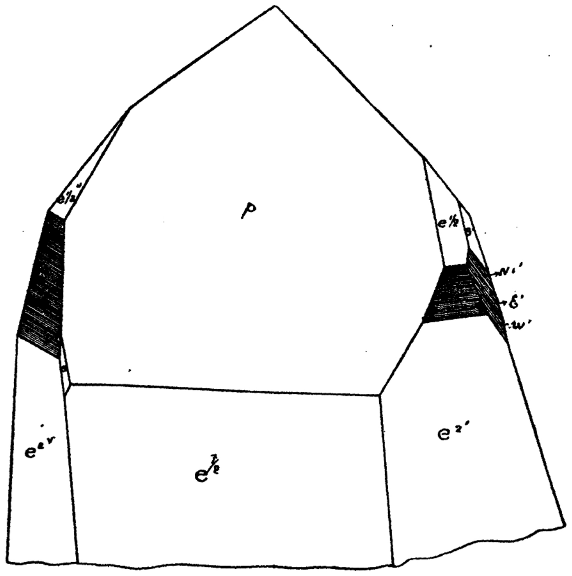


Figure 14.

D. Vanhove. — Description des Cristaux de Quartz de Nil-St-Vincent.

LA BIOLOGIE DU FILTRAGE AU SABLE.

EXPLICATION DE LA PLANCHE IV.

FIG. 1. — Raclage de la surface d'un filtre; pellicule composée de deux diatomées. — *Fragillaria,* les longues bandes larges, striées transversalement (colonies rubanées). — *Synedra,* les bâtonnets isolés. × 325.

FIF. 2. — *Melosira,* diatomée; les valves cylindriques allongées sont réunies en filaments. × 325.

FIG. 3. — *Melosira* et *Synedra;* quelques-unes de ces dernières groupées en faisceau. × 325.

FIG. 4. — *Spirogyra,* algue verte avec la bande chlorophyllienne en spirale simple, ou double et contraire. × 175.

FIG. 5. — *Hydrodictyon,* algue en réseau; chaque bâtonnet formant un côté est une cellule. × 37.

FIG. 6. — *Hydrodictyon,* une maille du réseau. × 115.

Planches IV a VII.

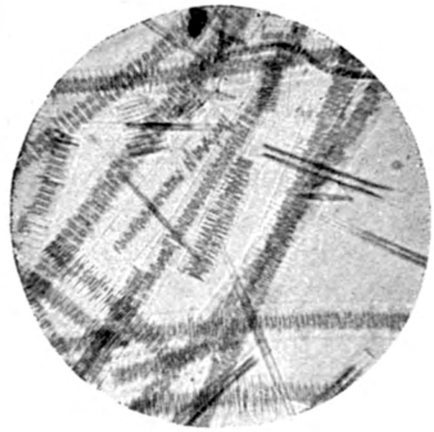


fig. 1

fig. 2

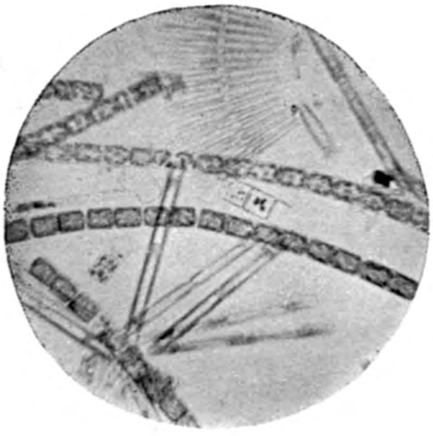


fig. 3

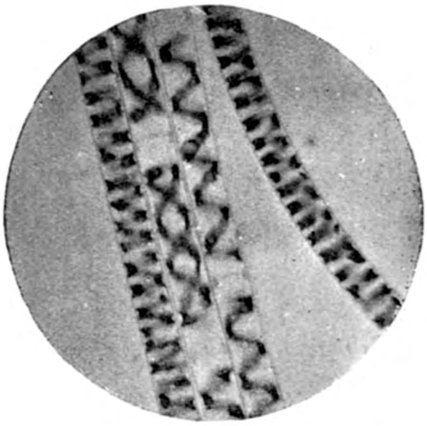


fig. 4

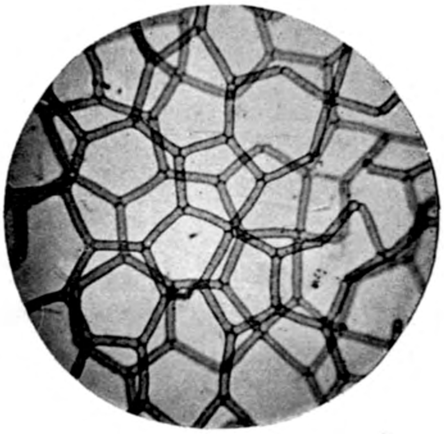


fig. 5

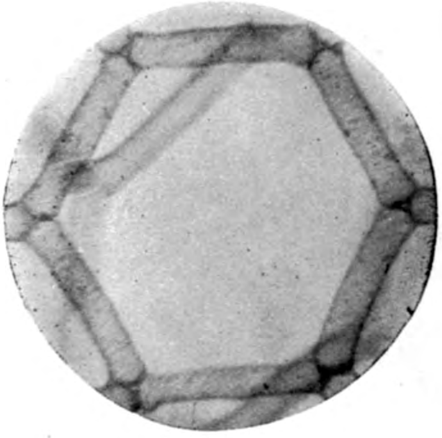


fig. 6

AD. KEMNA. — LA BIOLOGIE DES FILTRES A SABLE

LA BIOLOGIE DU FILTRAGE AU SABLE.

EXPLICATION DE LA PLANCHE V.

FIG. 1. — *Cyclotella;* les petits cercles au centre de la préparation sont une vue supérieure de la valve; au bas de la figure, deux individus vus de côté. Les individus vivants montrent fréquemment une auréole de longs filaments, comme des pseudopodes, vus également par Schütt. × 325.

FIG. 2. — *Coscinodiscus subtilis,* var. *Normanii,* au même grossissement que la figure précédente, pour montrer la différence de taille. (Voir aussi fig. 1 et 2 de la planche VII.) × 325.

FIG. 3. — *Actinosphaerium,* héliozoaire d'eau douce; protoplasme granuleux à l'intérieur, vacuolisé à l'extérieur, pseudopodes rayonnés.

FIG. 4. — *Canthocamptus* mâle (crustacé). × 70.

FIG. 5. — *Canthocamptus* femelle avec sac ovigère. × 70.

FIG. 6. — *Leptodora hyalina,* le plus simple des crustacés cladocères. Vu de dos; en haut, la tête conique avec l'œil, le ganglion optique et le cerveau (les petites masses noires en chapelet); les deux lignes brisées à côté de la tête sont la première paire de pattes; la deuxième paire d'antennes (organe natatoire) est rejetée en arrière et latéralement le long du tronc. La duplicature cutanée dorsale faisant fonction de poche incubatrice est peu développée et renferme quatre œufs. L'abdomen bifurqué laisse voir à l'intérieur le rectum. × 10.

---

fig. 1

fig. 4

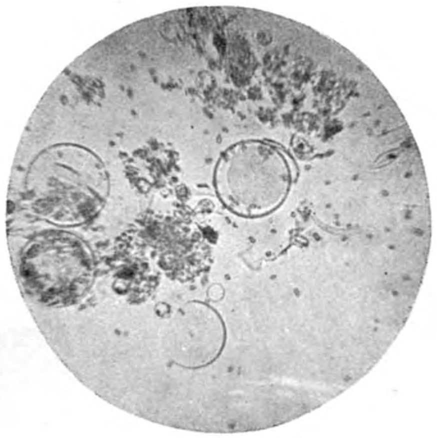


fig. 2

fig. 5

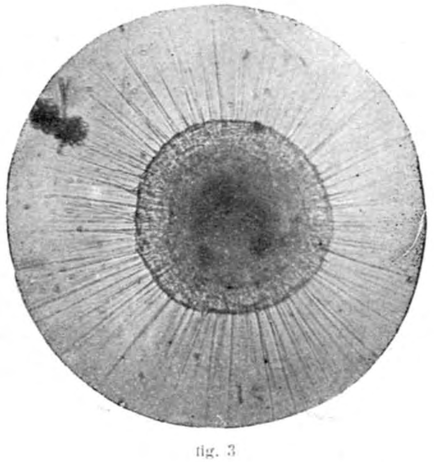


fig. 3

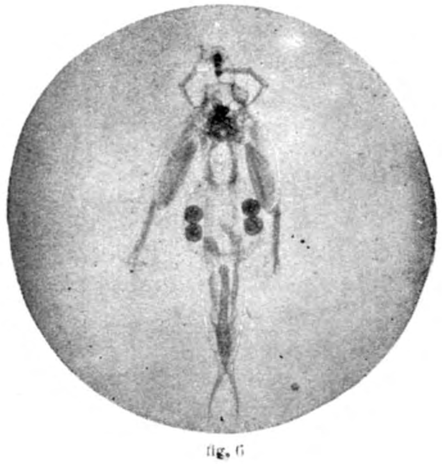


fig. 6

AD. KEMNA. — LA BIOLOGIE DES FILTRES A SABLE

LA BIOLOGIE DU FILTRAGE AU SABLE.

EXPLICATION DE LA PLANCHE VI.

FIG. 1. — *Daphnia magna*. En haut, la tête avec le gros œil et la deuxième paire d'antennes fourchues; tout à fait en bas, la pointe de la carapace cutanée; entre les deux plis de cette carapace sort l'extrémité postérieure du corps avec deux crochets. La poche incubatrice dorsale (à droite) est vide. × 37.

FIG. 2. — Tête de *Daphnia magna*. L'œil avec des cristallins; au bout du rostre à gauche, la première paire d'antennes; à droite, la base de la deuxième paire. × 90.

FIG. 3. — *D. longispina* avec œufs d'été. × 90.

FIG. 4. — Éclosion de ces œufs. × 70.

FIG. 5. — Mâle de *D. longispina* (?). × 15.

FIG. 6. — *Polyphemus oculus*. L'œil est énorme avec quelques cristallins visibles. A droite et à gauche, la deuxième paire d'antennes. A gauche, les pattes entremêlées. En bas, repliée à droite, l'extrémité postérieure du corps. × 70.

---

fig. 1

fig. 2

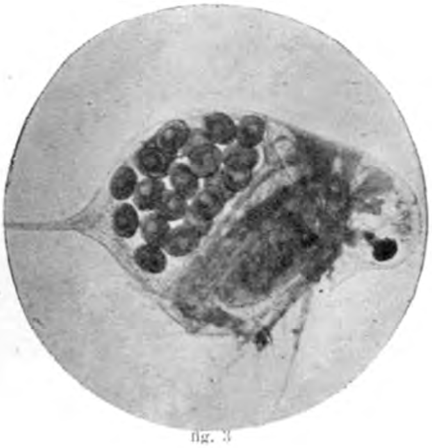


fig. 3

fig. 4

fig. 5

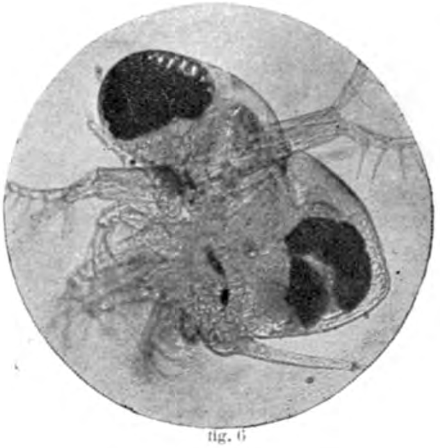


fig. 6

AD. KEMNA. — LA BIOLOGIE DES FILTRES A SABLE

EXPLICATION DE LA PLANCHE VII.

FIG. 1. — *Coscinodiscus subtilis,* var. *Normanii;* d'après un échantillon provenant de la récolte originale faite à Hull, par G. Norman, dans un estomac d'Ascidie. (*Mise au point faite de manière à faire ressortir la disposition des perles en fascicules.*) × 1450.

FIG. 2. — *Coscinodiscus subtilis,* var. *Normanii,* de Waelhem. × 1450.

FIG. 3. — Surface d'un filtre dérangée par l'épinoche mâle. Au centre, cavité où se trouvaient les œufs; on voit encore les petites pierres et un brin de balai. (Réduction $^1/_{12}$.)

Toutes les photographies sont de M. *F. Van de Vloed,* chef du filtrage à l'usine de Waelhem.

La figure 1 de la planche VII est un cliché de M. le Dr *H. Van Heurck.*

fig. 1

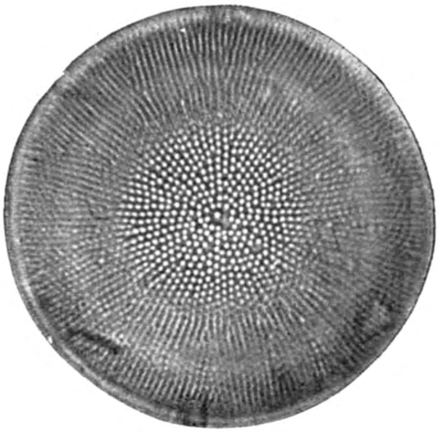


fig. 2

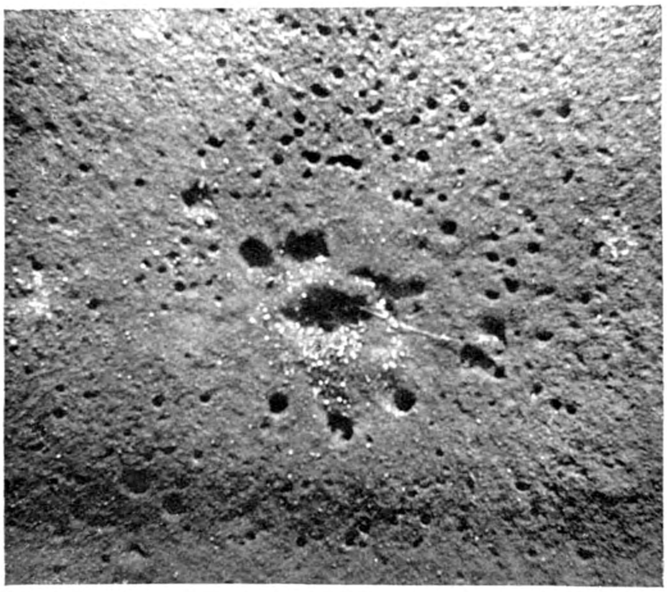
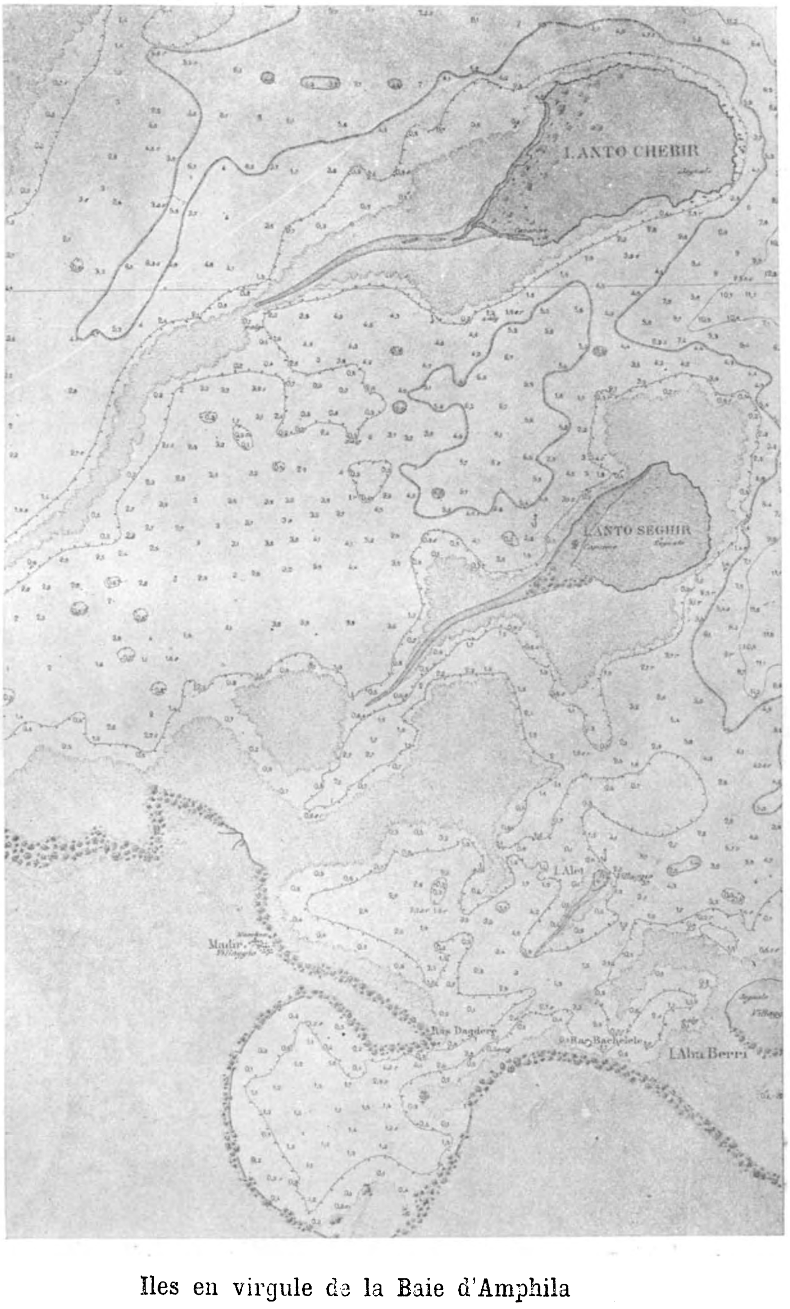


fig. 3

AD. KEMNA. — LA BIOLOGIE DES FILTRES A SABLE



Iles en virgule de la Baie d'Amphila

Iles appendiculées, dues aux alluvions d'anciens cours d'eau)

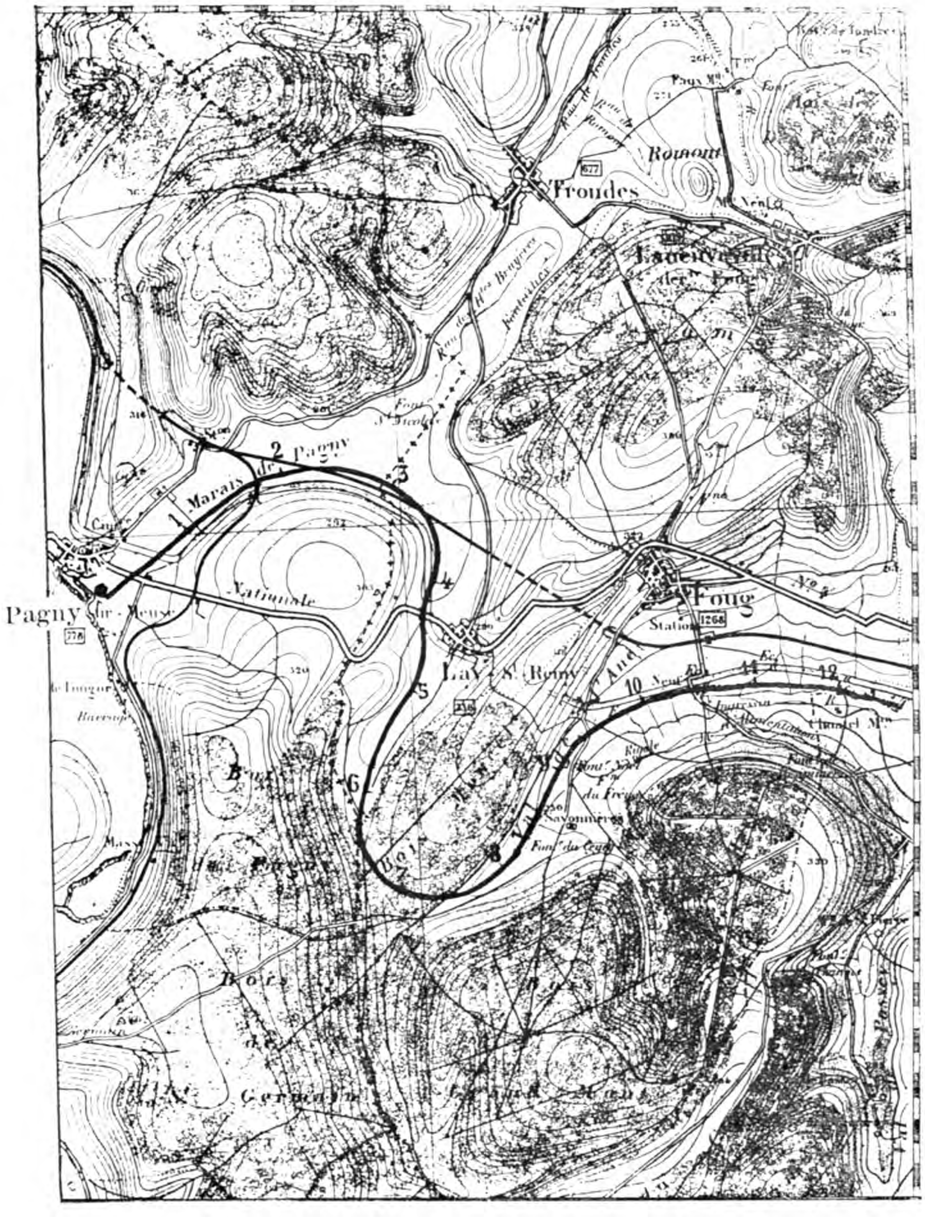
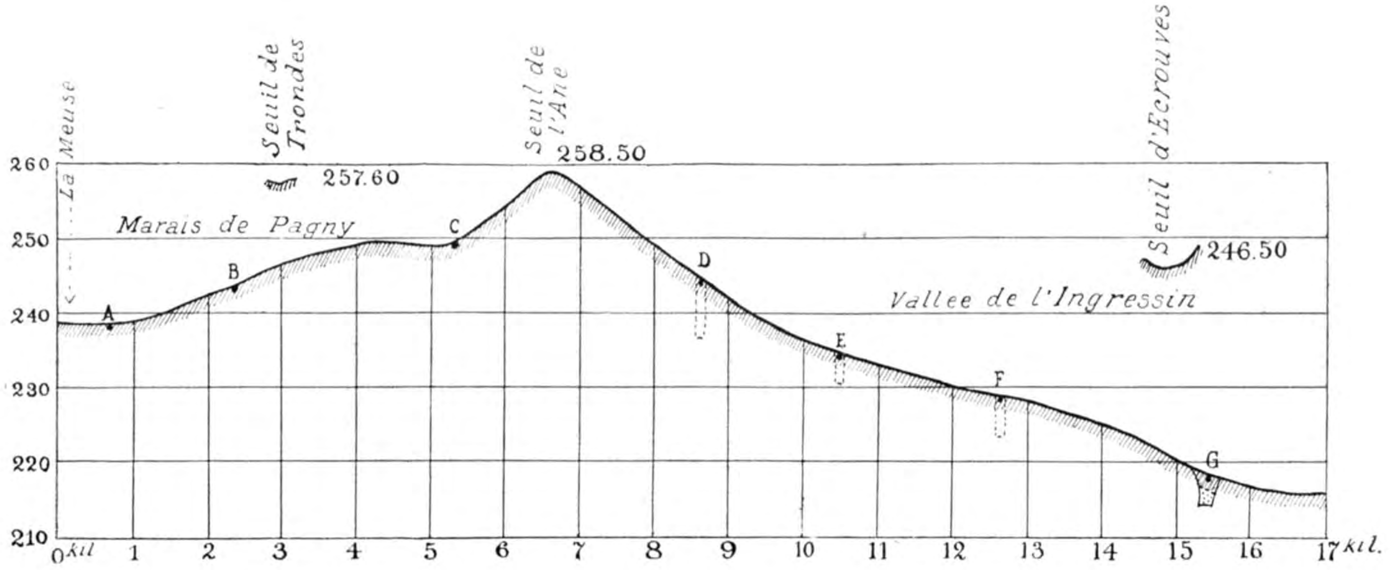


Fig. 1. — Carte topographique, à l'échelle du $\frac{1}{50000}$, de la région du Val-de-l'Ane, fournissant le tracé, repéré kilométriquement, de la coupe ci-contre.

Fig. 2. — PROFIL LONGITUDINAL DE LA RÉGION DU VAL-DE-L'ANE montrant la localisation, dans les bas et moyens niveaux de la Vallée de l'Ingressin, des ALLUVIONS SABLO-CAILLOUTEUSES VOSGIENNES

(dérivant du bassin de la Haute Moselle)

Et montrant l'absence de ces éléments dans les régions voisines du seuil, ainsi que dans le versant occidental moséen, ou du Marais de Pagny.

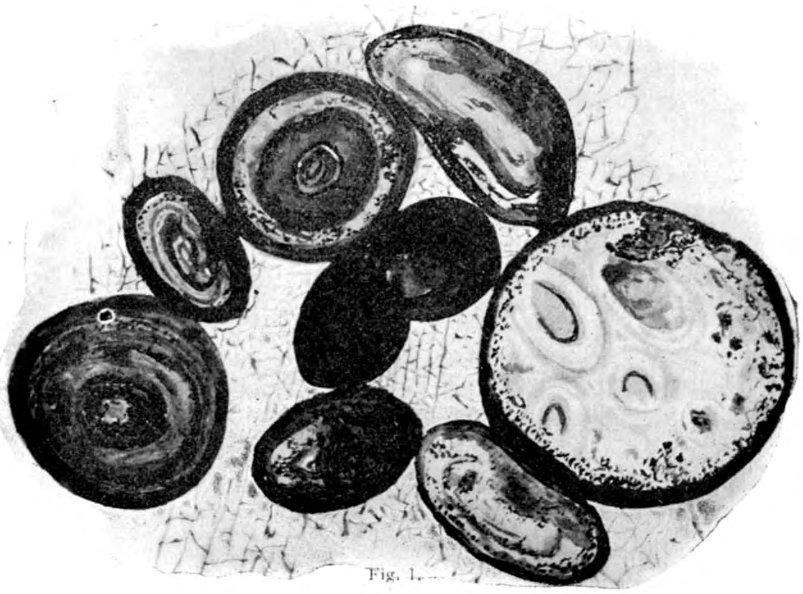


Profil dressé par M. le Capitaine du génie BOIS. — Longueurs $\frac{1}{100.000}$. Hauteurs $\frac{1}{1.000}$.

DONNÉES GÉOLOGIQUES COMPLÉMENTAIRES SE RAPPORTANT AUX SEPT POINTS FIGURÉS.

Versant moséen : **A** et **B**. Terre tourbeuse. **C**. Terre tourbeuse reposant sur la grouine.

Versant de l'Ingressin : **D**. Sondage de la Savonnière (8 mètres de grouine). **E**. Sondage Decker : (à 4 m. sable fin vosgien). **F**. Gravière : Cailloux vosgiens, sous 1 m. de grouine. **G**. Gravières : Gros cailloux et sables vosgiens (3 m. exploités), sous 2m50 de *lehm*, ou marne grumeleuse à Helix et à Succinées.



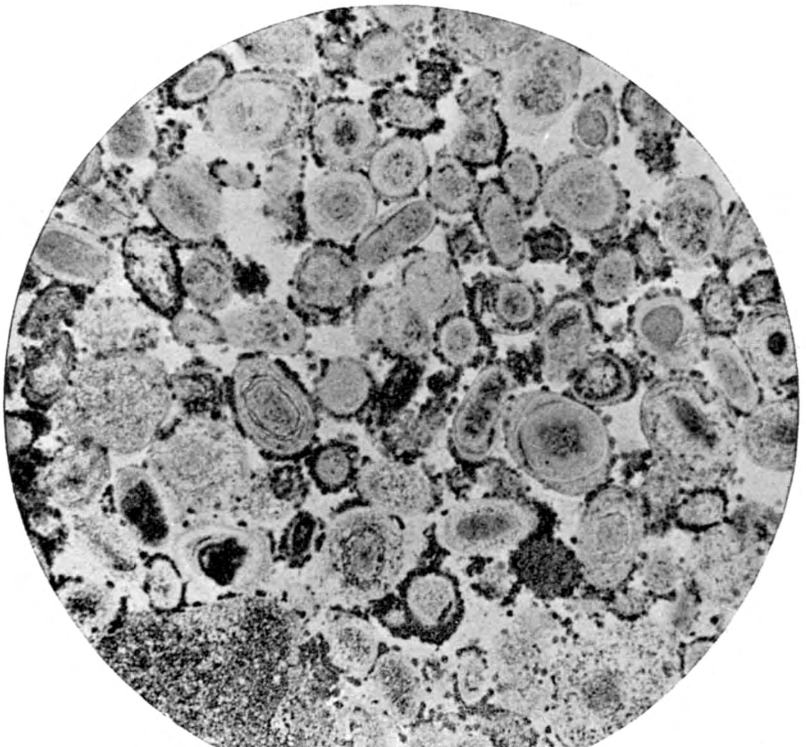


Fig. 1. — Coupe de Calcaire oolithique bajocien de la Carrière de Bâlin, montrant les oolithes plus ou moins profondément pénétrés de fer (figuré en noir) le ciment calcaire cristallin restant hyalin.

Fig. 2. — Coupe d'un nodule du Muschelkalk inférieur de Glouville (M. et Moselle) avec oolithes siliceuses entourées d'ébauches de cristaux de dolomie. (Cliché n° 7 de M. Bleicher).

ROCHES OOLITHIQUES DU JURASSIQUE DE LORRAINE

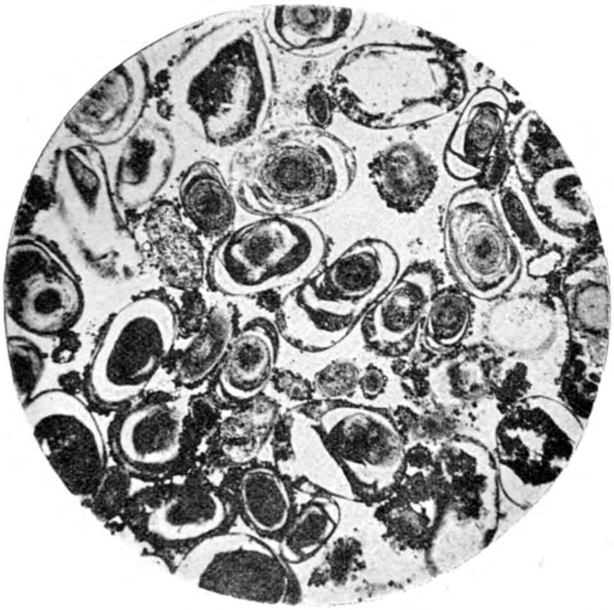


Fig. 1.

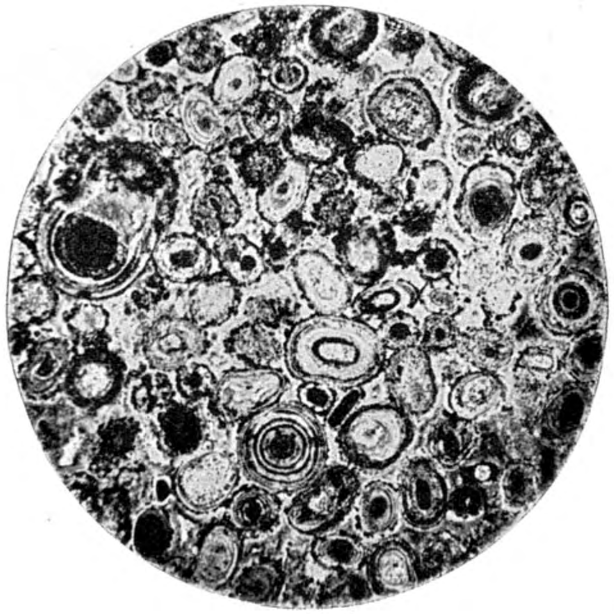


Fig. 2.

Structure microscopique de la roche silicifiée oolitique, d'âge jurassique (?) constituée par les cailloux mêlés aux quartzites blancs des hauts plateaux de la vallée de la Meuse.

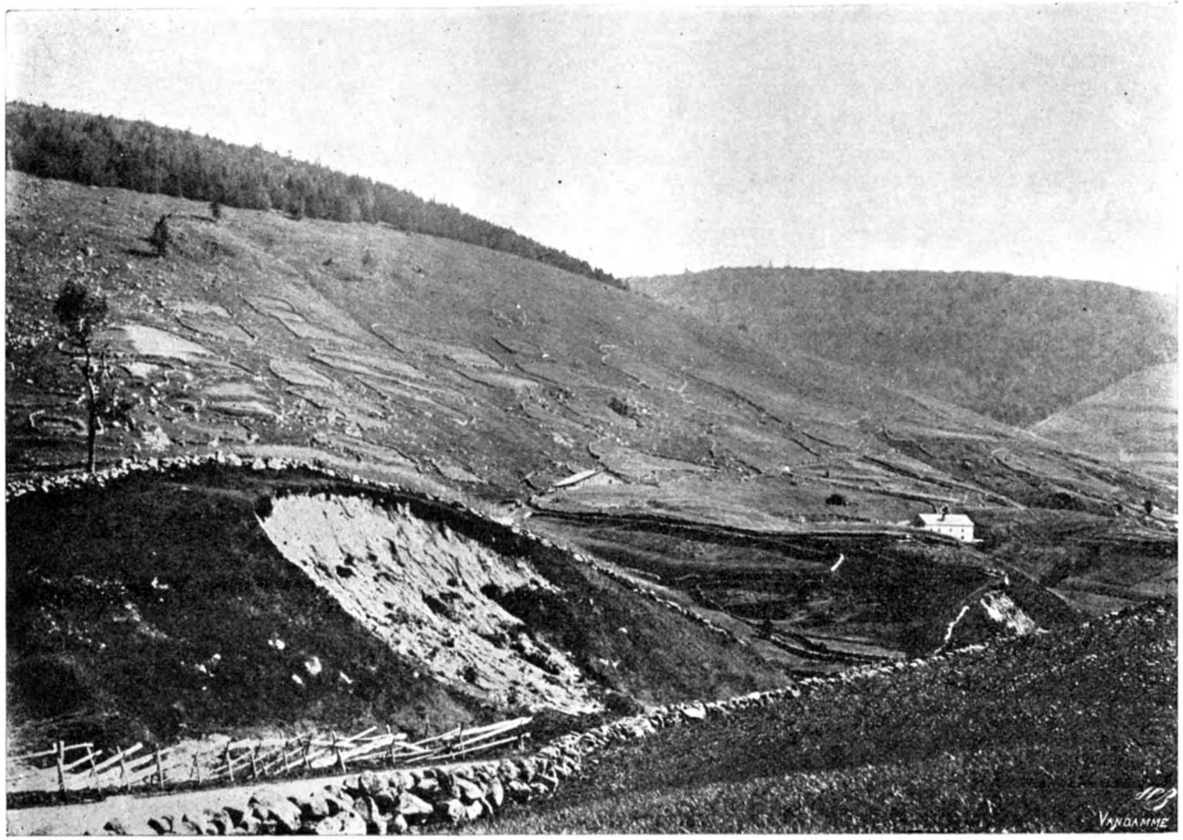
Echantillons des environs de Namur : plateau de St-Héribert (alt. 245, soit à 160 mètres au dessus de la Meuse) Récolte : 2000 Echantillons. Cliché nº 15 : *fig. I* ; cliché nº 9 : *fig. II*.

Fig. 1. — Vue générale du Gérardmer, prise de Forgotte

Les « moutons » ou blocs erratiques arrondis, au premier plan ; le lac dans le fond

Fig. 2. — Coupe de la moraine terminale du Lac de Gérardmer

(Clichés de M. le professeur Thoulet)



(Cliché de M. Boursault)

MORAINES DANS LA VALLÉE DU CHAJOUX

en amont de La Bresse (Haute-Moselle)

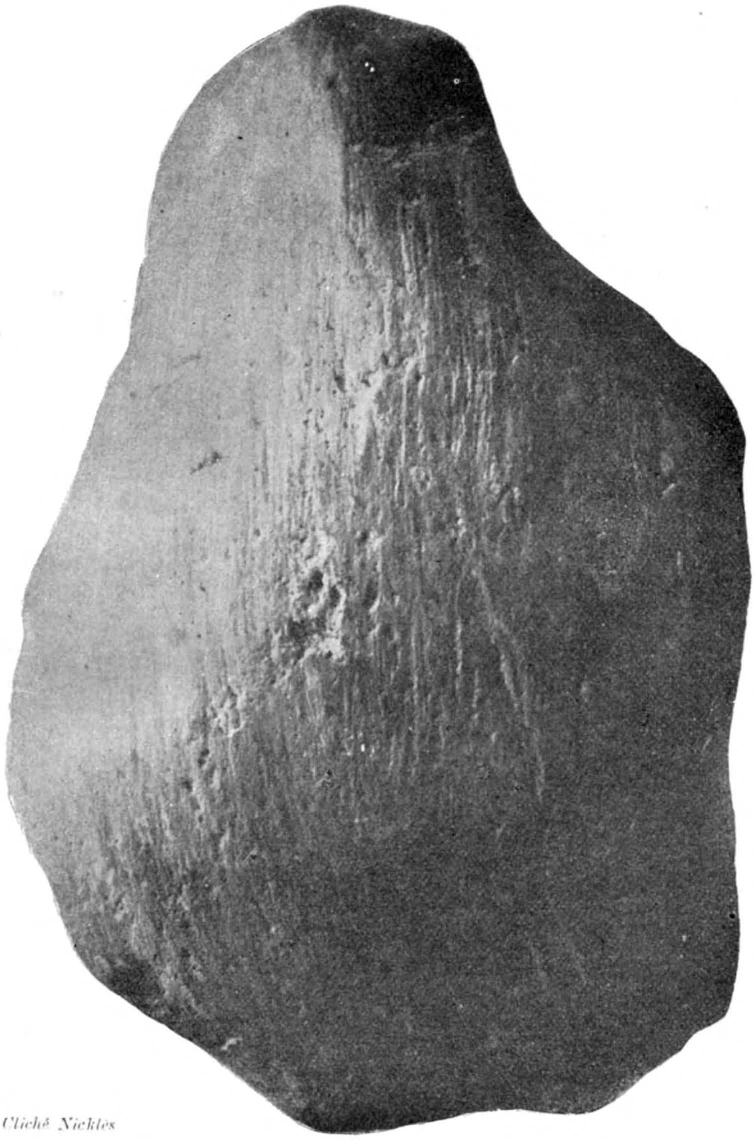
Cliché Nicklès

Réduction 10/11 de l'original

Fig. 1. -- Tuf porphyrique strié de la Beuille

au kil. II de la voie stratégique des Forts de la Haute-Marne

(Collection du Laboratoire de Géologie de l'Université de Nancy)



Cliché Nicklès

Fig. 2. — Bloc de porphyre quartzifère strié
du Fort de Rupt, au col de Château-Lambert (alt. 740m)
(dimensions : 41 cent. de longueur sur 32 cent. de largeur)

EXPLICATION DE LA PLANCHE XV.

Série A. — Le Coeloma de Contich.

A I Céphalothorax du *Cœloma rupeliense* de Contich. Vue de dessus.

A II Abdomen et organes appendiculaires du même.

A III Portion d'un *Cœloma rupeliense* de Contich, montrant la direction du sillon ptérygostomial et les granulations orbitales. — Côté gauche.

A IV Idem. — Côté droit.

A V Un endostome de *Cœloma* de Contich.

A VI Un carpopodite.

Série B. — Le Coeloma holzaticum d'Itzehoe.

B I Céphalothorax de *Cœloma holzaticum* (Stolley). Vue de dessus.

B II Abdomen et organes appendiculaires du même.

B III Branchiostégytes et sillon ptérygostonial du même.

B IV Méropodite, carpopodite et propodite du même.

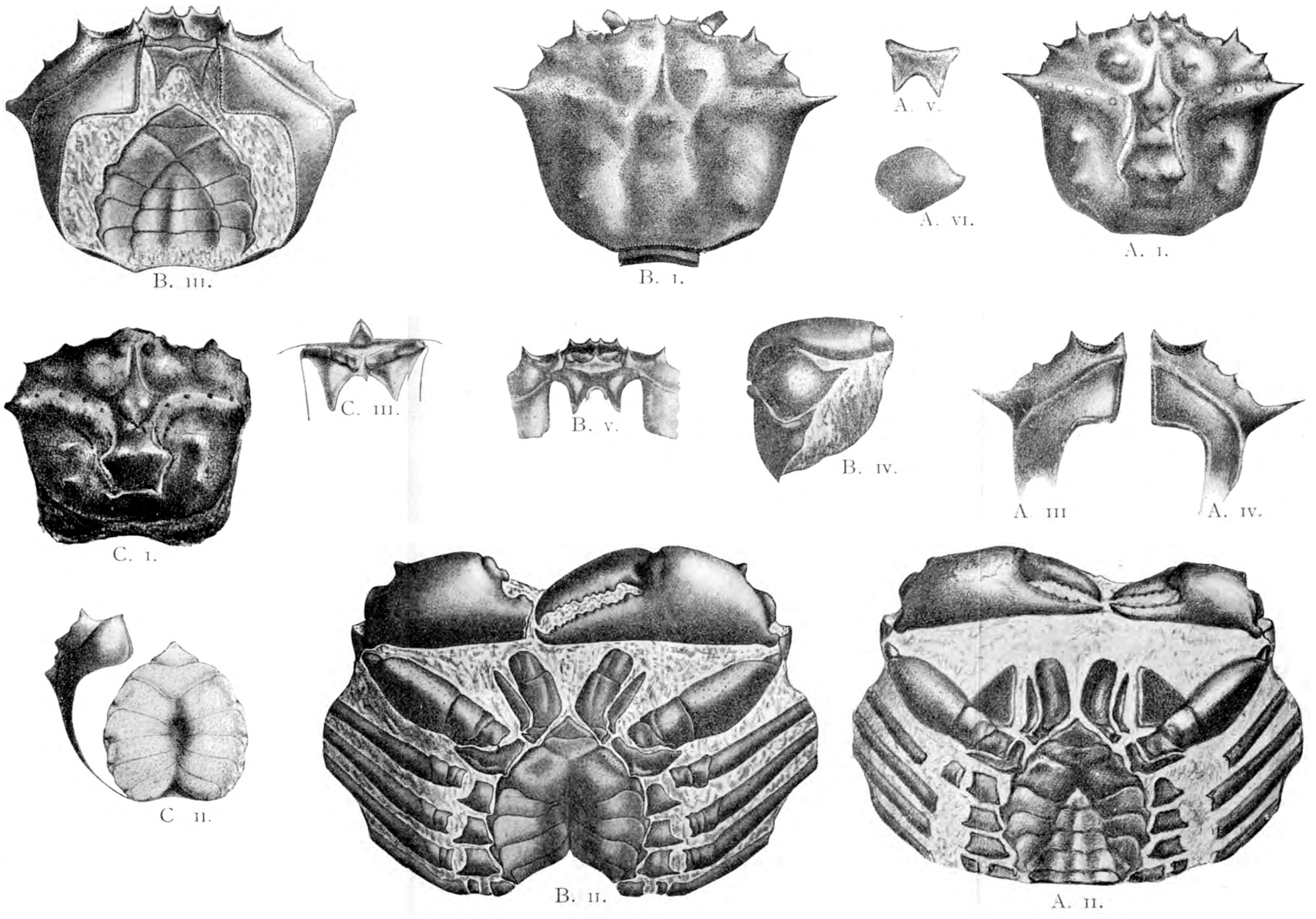
B V Épistome et endostome du même.

Série C. — Le Coeloma de Burght.

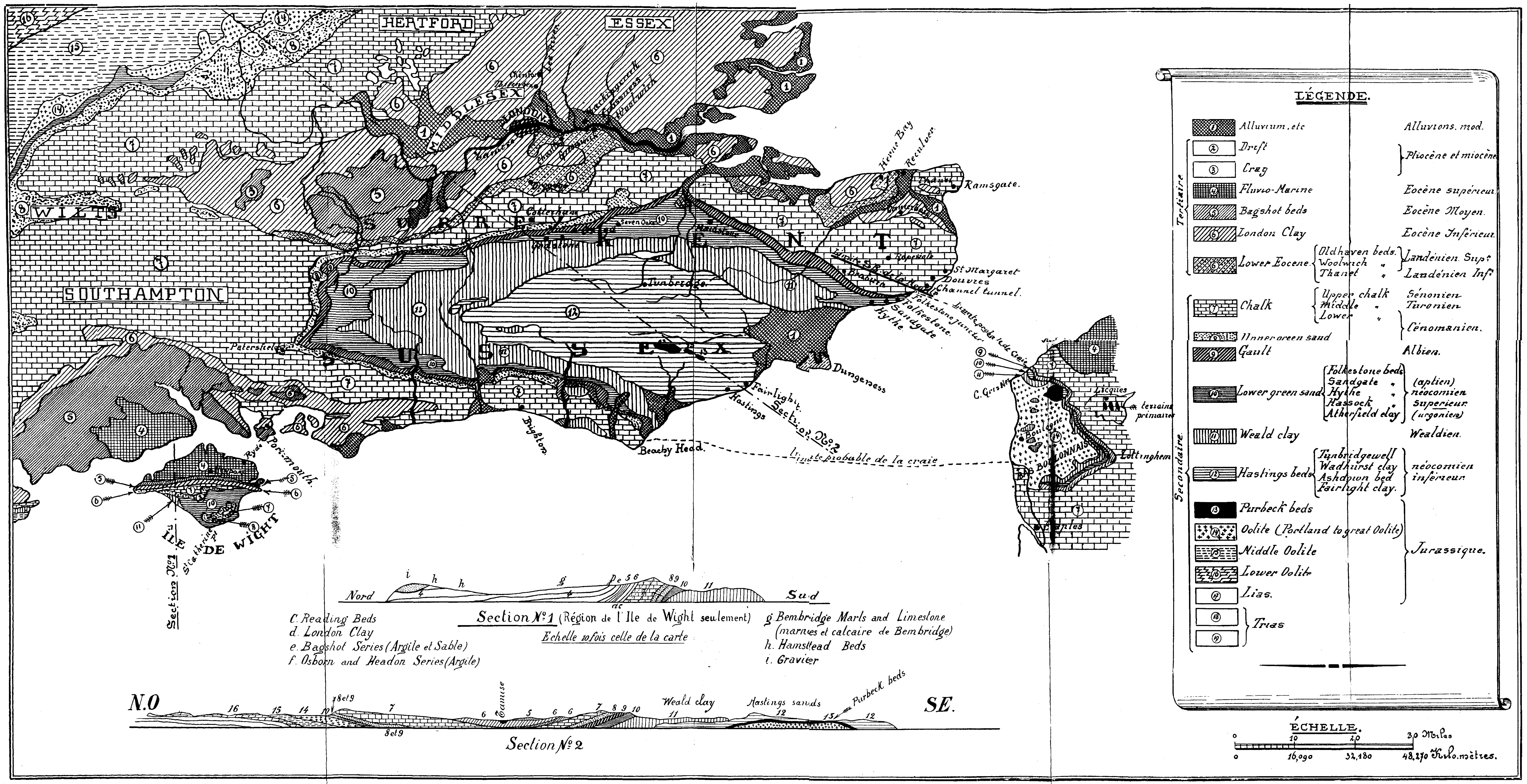
C I Céphalothorax du *Cœloma* de Burght, dans l'état où on le trouve; montrant les impressions musculaires nettement caractérisées.

C II Un sillon ptérygostomial dont la direction est anormale.

C III Épistome et endostome du même.



Identification du **Cœloma rupeliense** (Stainier) et du **Cœloma Holzaticum** (Stolley)



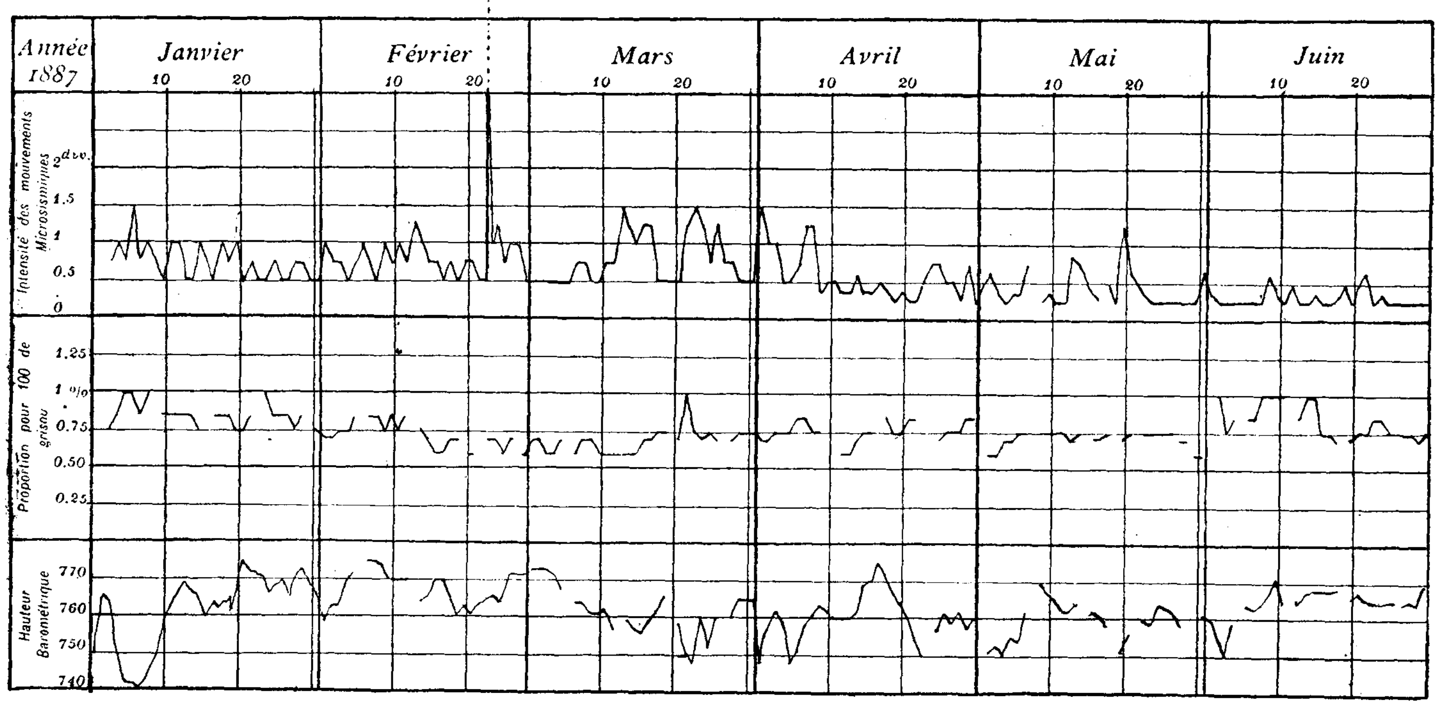
Esquisse géologique de la région du Bassin de Londres et du Weald visitée pendant la Session extraordinaire de 1899 de la Société Belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie.

DIAGRAMMES

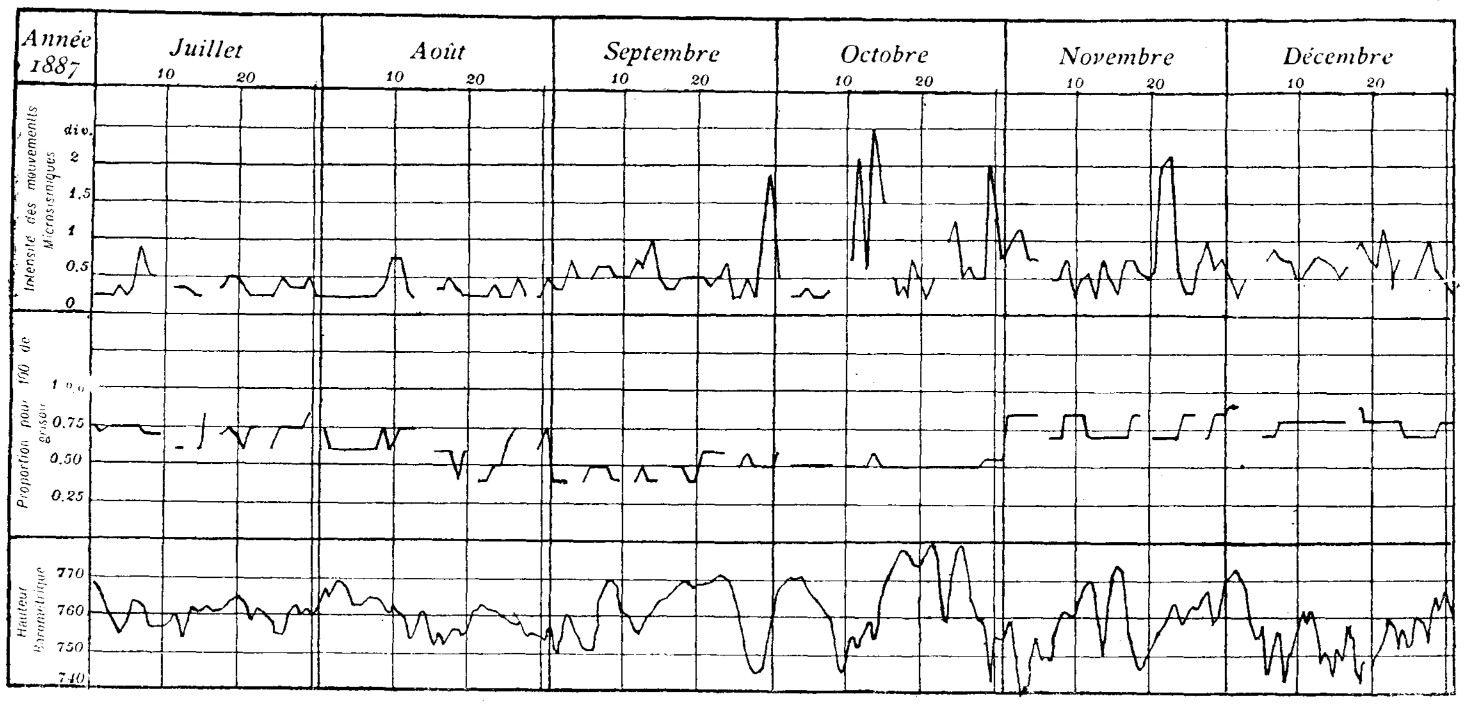
des observations sismométriques, grisoumétriques et barométriques

Faites en 1887 et 1888, à la Fosse d'Hérin (Cie d'Anzin)

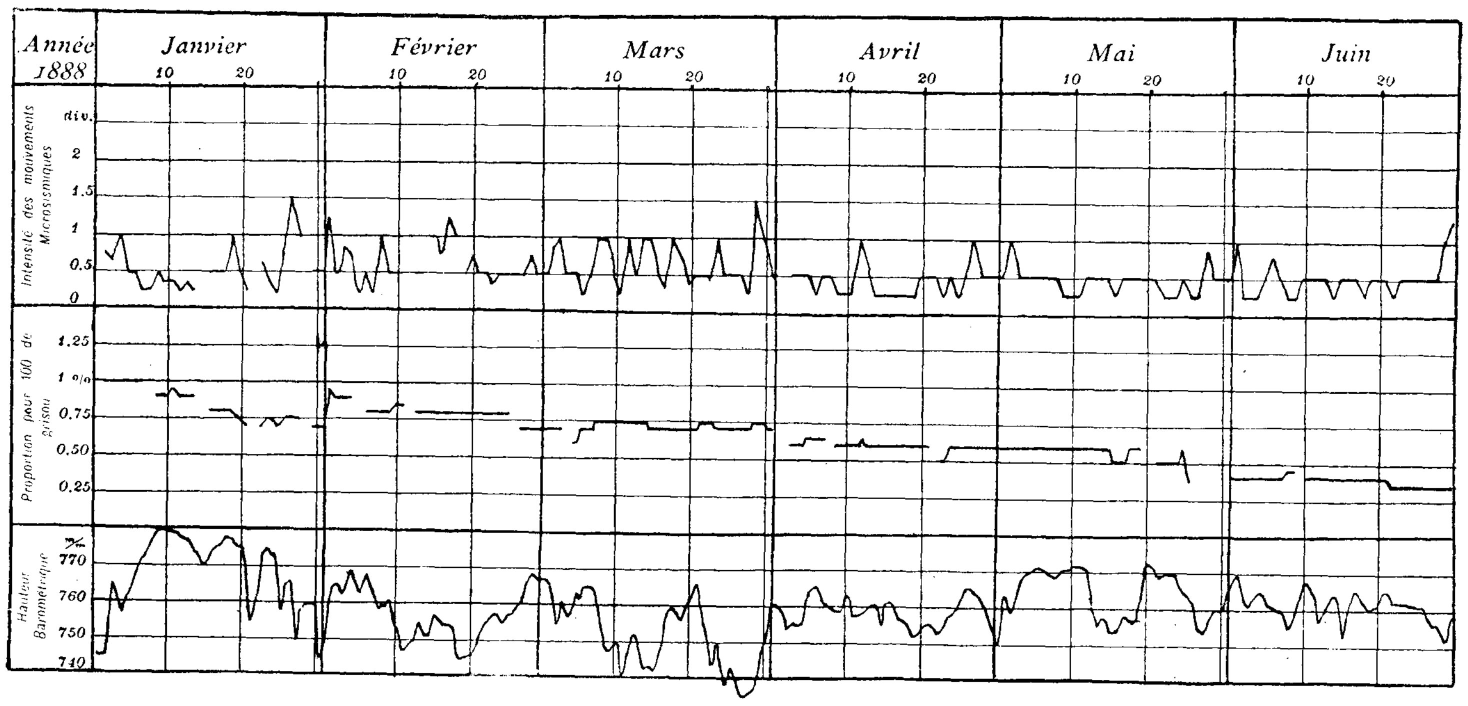
Premier semestre de l'année 1887



Second semestre de l'année 1887



Premier semestre de l'année 1888



Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie
Tome XII 1898 Pl. 1.

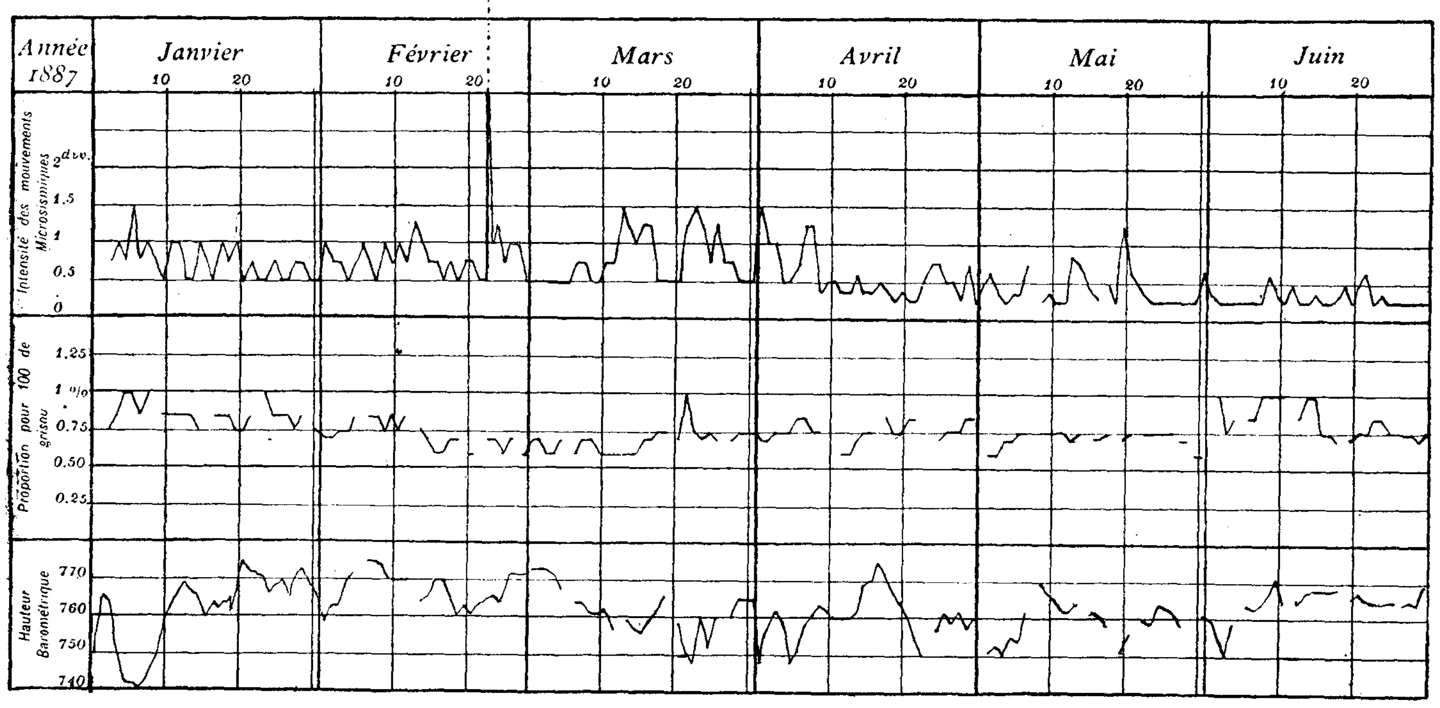
Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie

DIAGRAMMES

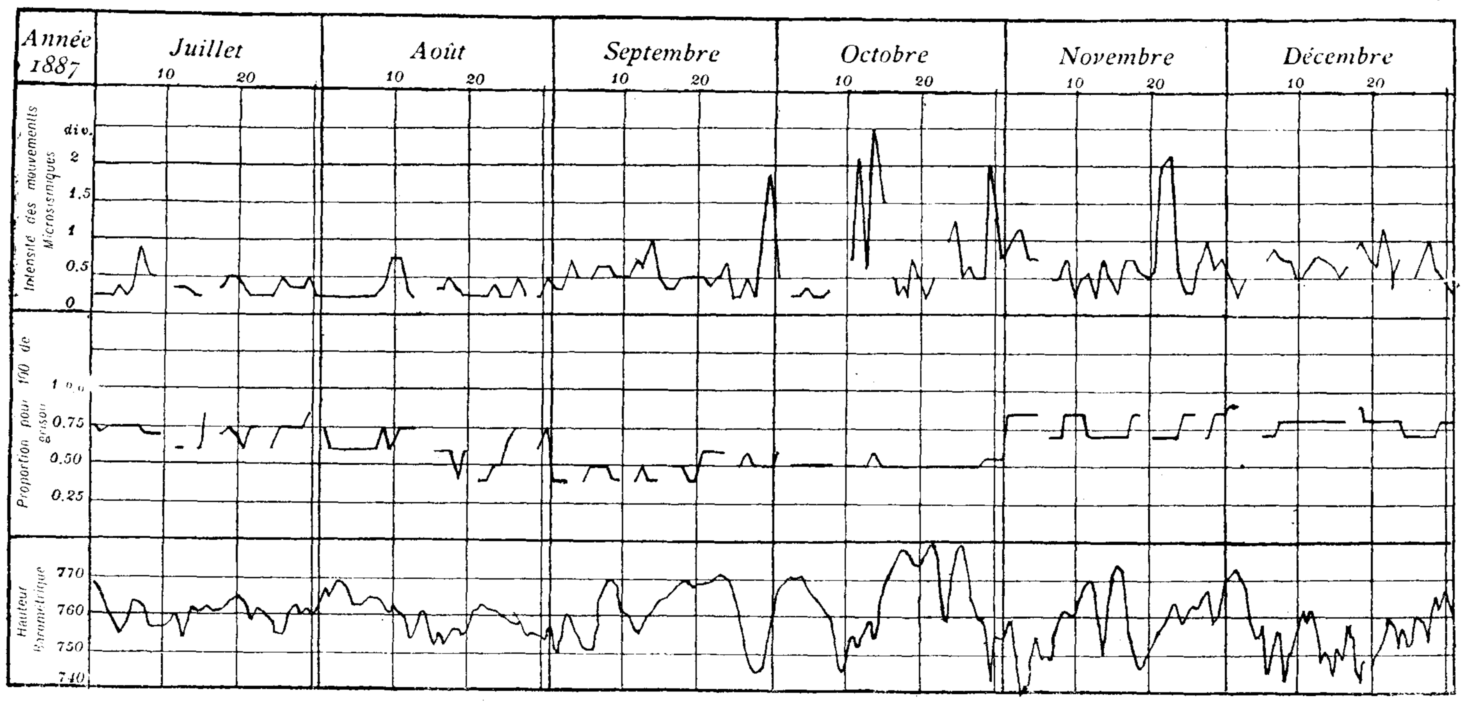
des observations sismométriques, grisoumétriques et barométriques

Faites en 1887 et 1888, à la Fosse d'Hérin (Cie d'Anzin)

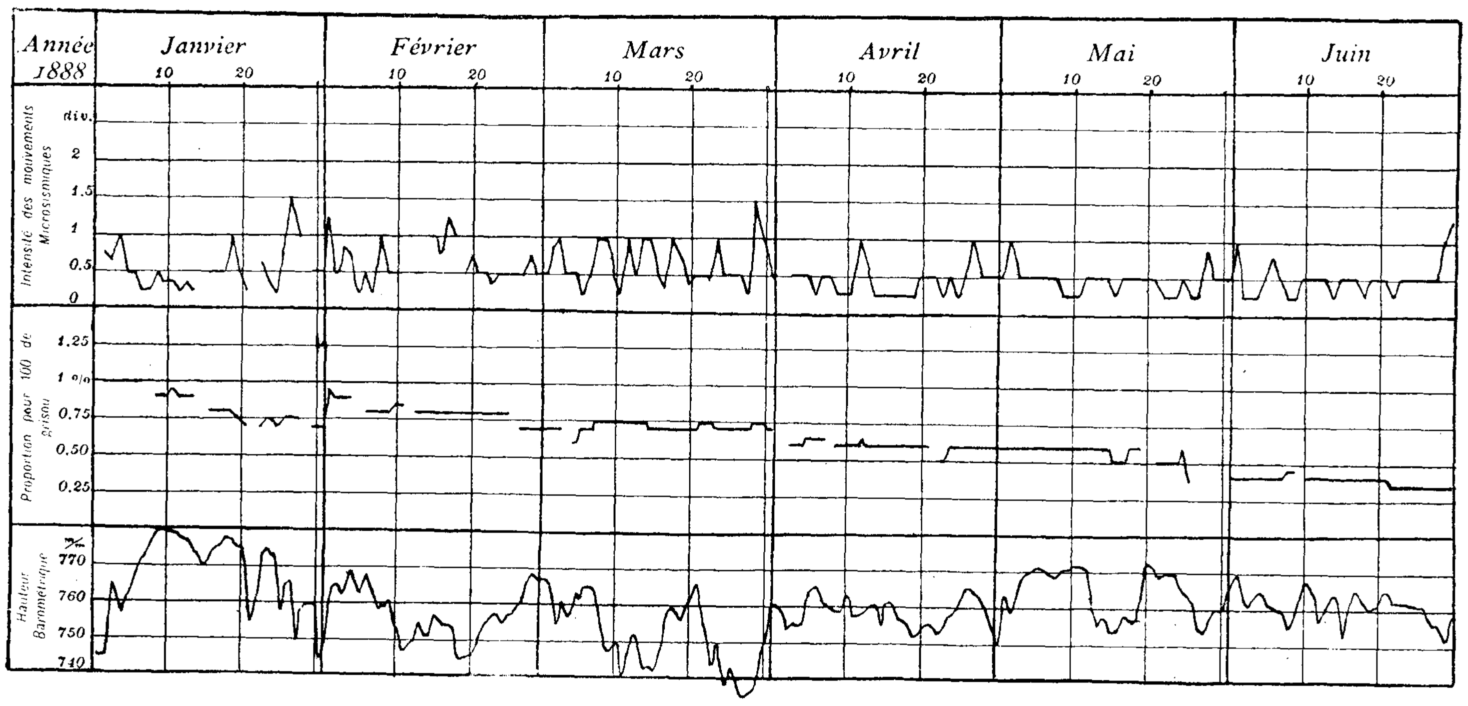
Premier semestre de l'année 1887



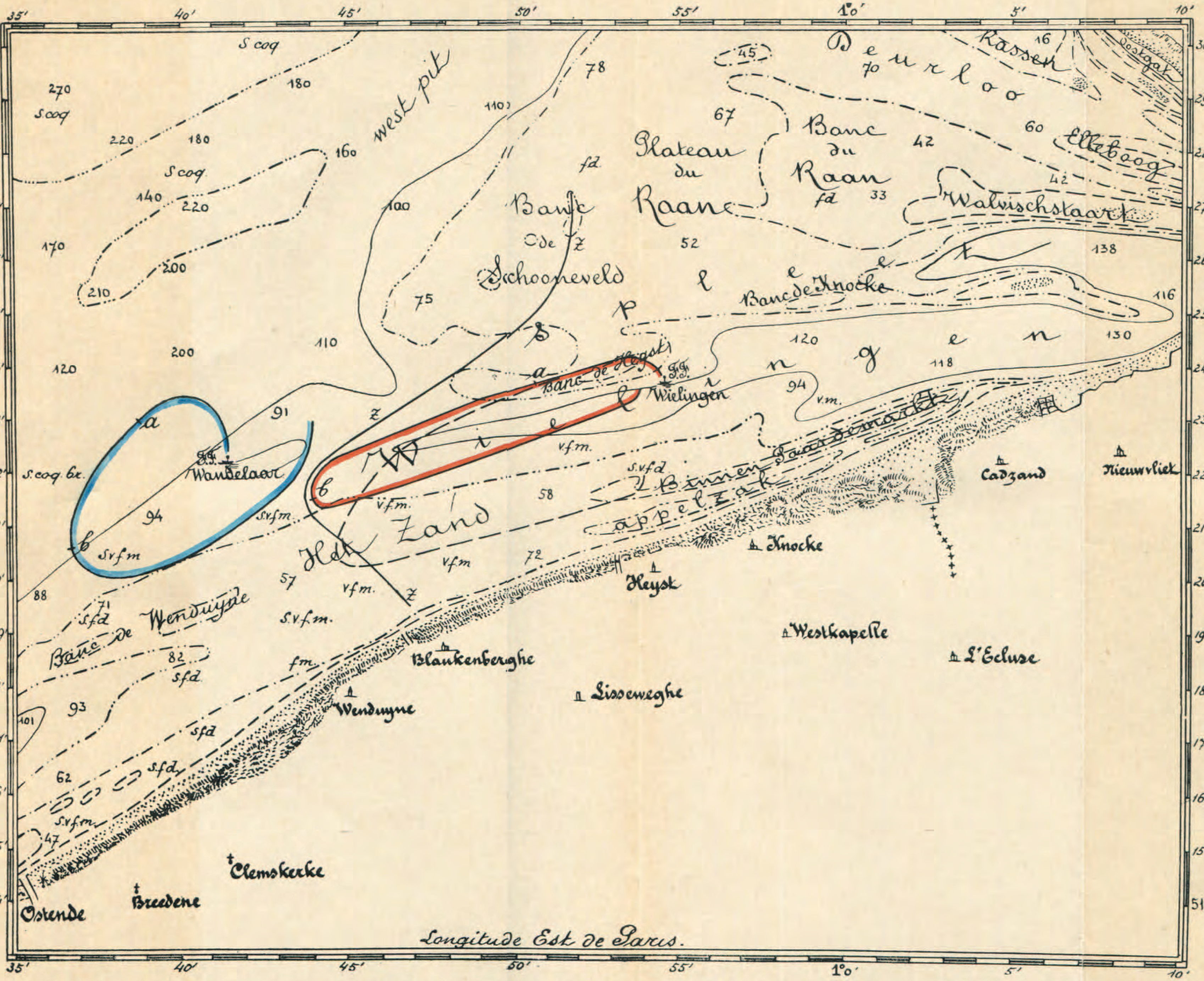
Second semestre de l'année 1887



Premier semestre de l'année 1888



Tome XII 1898 Pl. 1.



Légende

relative aux Courants.

Le *trait bleu* représente le chemin virtuel décrit en une marée par un flotteur soumis aux seuls courants du Wandelaar.

Le *trait rouge* représente le chemin virtuel décrit en une marée par un flotteur soumis aux seuls courants des Wielingen.

Le *trait interrompu* représente le chemin réel décrit par un flotteur soumis à l'action simultanée des deux genres de courant et partant du feu flottant Wielingen au moment de marée haute.

Légende

des courbes de profondeur

- Courbe de 200 décim.
- Courbe de 100 »
- Courbe de 75 »
- Courbe de 50 »
- Courbe de 20 »

Légende

de la nature des dépôts

s. Sable.
s.v. Sable vasard.
v. Vase.
f.d. Fond dur.
f.m. Fond mou.
coq. br. Coquilles brisées.

Zone de rencontre des Courants de l'Escaut et de la Mer

(La ligne zzz est la limite d'influence des deux genres de courants)

Fig. 1. — Carrière de craie surmontée d'Eocène inférieur, à Charlton (v. p. 276)

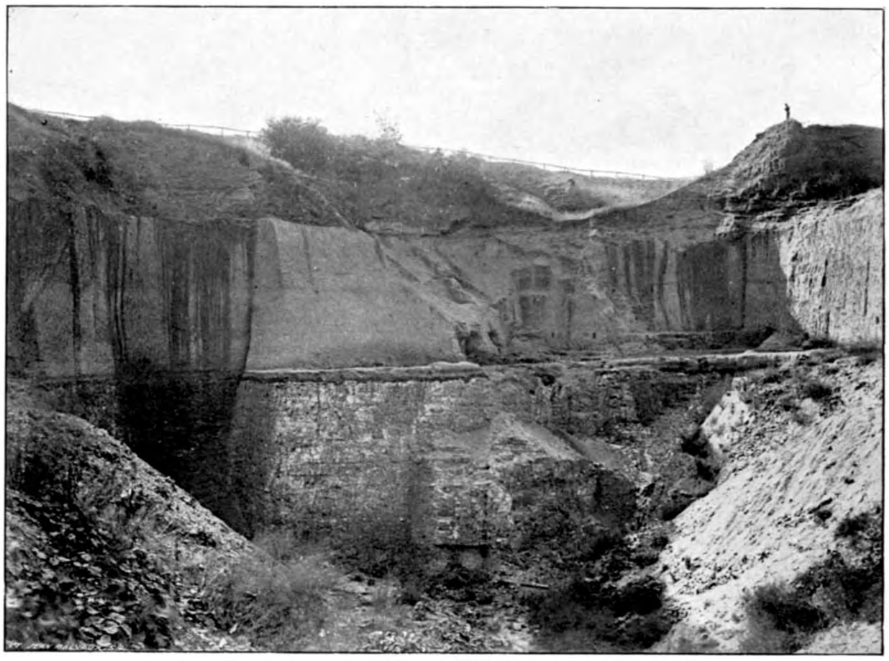


Fig. 2. — Vue générale des « Erith Brickyard Pits » (v. p. 279)

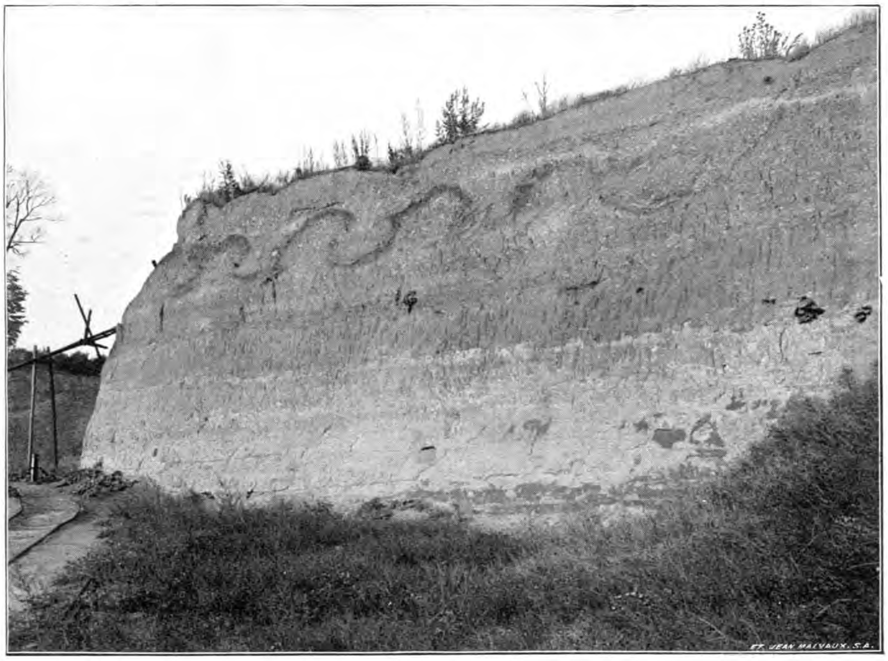


Fig. 3. – Les contournements en rouleaux. Couches à Corbicules d'Erith (v. p. 283)

Fig. 4. — Plage à Folkestone montrant le démantèlement des Folkestone Sands (v. p. 305)

SUD DE L'ANGLETERRE (WEALD ET BASSIN DE LONDRES)

TYPOGRAVURE ÉTAB. JEAN MALVAUX.

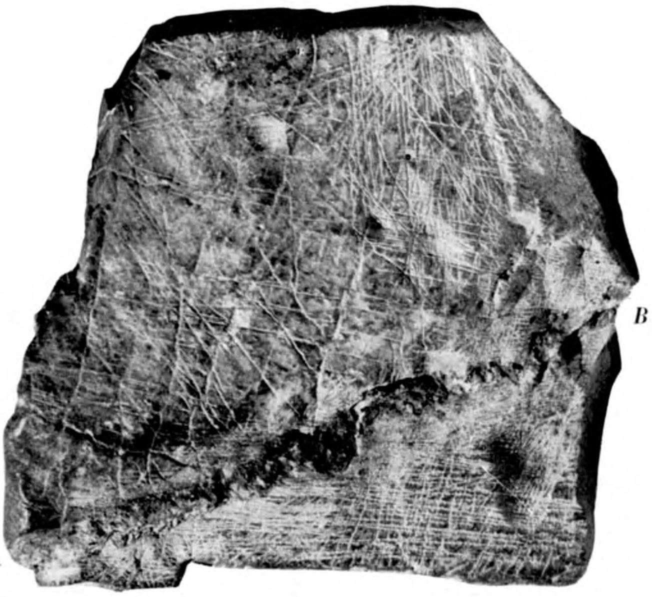


Fig. 1.

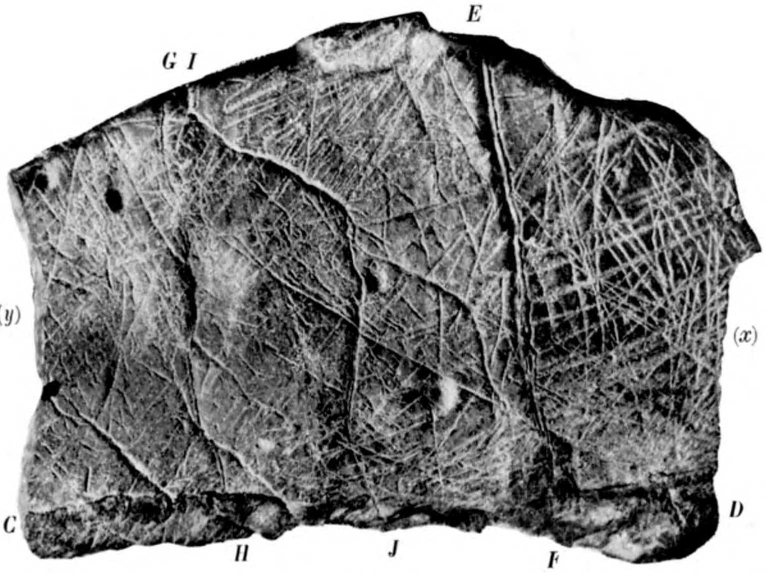


Fig. 2. (Grand. natur

PHÉNOMÈNES D'ALTÉRATION SUR L'AFFLEUREMENT CALCAIRE DES « ROCHERS DE NAYE » DONNANT L'IMPRESSION DE STRIES GLACIAIRES.

E. Van den Broeck. Altitude : 2,044 mètres au-dessus de Chillon (Lac de Genève).